

ความทนแรงดึงระหว่างฐานฟินปลอมอะคริลิก
กับซีพีปลอมอะคริลิกภายหลังการกรอต่างระดับ



นายปัญญา ทรวงบุญกุล

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

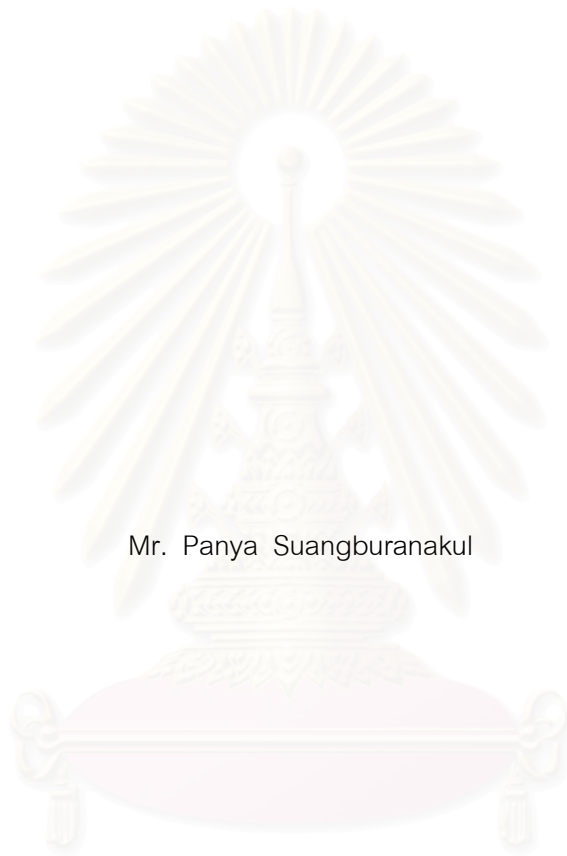
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0962-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TENSILE BOND STRENGTH OF ACRYLIC DENTURE BASE TO DIFFERENT LAYERS
OF GROUND ACRYLIC DENTURE TEETH



Mr. Panya Suangburanakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Prosthodontics

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-0962-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความทนแรงดึงระหว่างฐานฟันปลอมอะคริลิก
 กับซี่ฟันปลอมอะคริลิกภายหลังการกรอต่างระดับ

โดย นายปัญญา ทรวงบูรณกุล

สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. กาญจนา กาญจนทวีวัฒน์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สุรสิทธิ์ เกียรติพงษ์สาร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศุภบุรณ นุรณเวช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. กาญจนา กาญจนทวีวัฒน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. มโน คูรัตน์)

ปัญญา ทรวงบุญภุมกุล: ความทนแรงดึงระหว่างฐานฟันปลอมอะคริลิกกับซี่ฟันปลอมอะคริลิกภายหลังการ
กรอต่างระดับ (TENSILE BOND STRENGTH OF ACRYLIC DENTURE BASE TO DIFFERENT
LAYERS OF GROUND ACRYLIC DENTURE TEETH)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ทพญ. ดร. กาญจนา กาญจนทวีวัฒน์, 99 หน้า. ISBN 974-03-0962-3

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความทนแรงดึง (TBS) ระหว่างฐานฟันปลอมอะคริลิกยึดกับซี่ฟัน
ปลอมอะคริลิกที่กรอผิวด้านประชิดสันเหงือกให้เรียบและซี่ฟันปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก โดยศึกษาจากซี่
ฟันปลอม 4 ชนิด คือ 1) ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น (เมเจอร์เดนท, Major Dent, M) 2) ซี่ฟันปลอม
แบบอัด 3 ชั้นพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น (เบสิก, Basic, B) 3) ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นพอลิเมทิลเมทาคริลิต
ชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา (เอนดูรา, Endura, D) และ 4) ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นพอลิเมอร์สห
พันธ์ของเมทิลเมทาคริลิตกับไดเมทาคริลิต (เอสอาร์วีโวเดนทพีอี, SR Vivodent PE, S) ในแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น
2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 ซี่ คือ กลุ่มที่กรอผิวด้านประชิดสันเหงือก 1 มิลลิเมตรเพื่อให้เกิดความเรียบเป็นกลุ่มควบคุม
(control, C) และกลุ่มที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตรเป็นกลุ่มทดลอง (experiment, X) จากนั้นนำมา
ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อัดขึ้นรูปด้วยแบบทองเหลืองเพื่อให้พื้นที่ผิวสัมผัส
ระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากันในทุกชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37
องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปทดสอบค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบสากล (Instron, model
5583) ที่มีอัตราเร็วของหัวดึงเท่ากับ 0.254 มิลลิเมตรต่อนาที ได้ค่าเฉลี่ยของ TBS ($X \pm SD$, MPa) ดังนี้คือ กลุ่ม
MC 16.35 ± 3.84 กลุ่ม MX 16.31 ± 3.19 กลุ่ม BC 23.00 ± 3.55 กลุ่ม BX 22.88 ± 3.97 กลุ่ม EC 25.92 ± 5.44
กลุ่ม EX 24.34 ± 6.06 กลุ่ม SC 27.89 ± 4.15 และกลุ่ม SX 25.34 ± 4.87 จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความแตก
ต่างของค่าเฉลี่ยของ TBS ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซี่ฟันปลอมชนิดเดียวกันโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ที่
เทสต์ ส่วนการหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ TBS ของซี่ฟันปลอมต่างชนิดกัน ภายในกลุ่มเดียวกันนั้น ใช้สถิติ
วิเคราะห์ความแปรปรวนและการทดสอบแบบทูกีย์ ได้ผลดังนี้คือ ซี่ฟันปลอม M, B, E และ S ค่า TBS ระหว่างกลุ่ม
ควบคุมและกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนการเปรียบเทียบภายในกลุ่ม
เดียวกัน (กลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลอง) พบว่าซี่ฟันปลอม M มีค่า TBS ต่ำกว่าซี่ฟันปลอมอื่นทั้งในกลุ่มควบคุมและ
กลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการกรอพื้นผิวด้านประชิดสัน
เหงือกของซี่ฟันปลอมออกไม่ทำให้การยึดแน่นกับวัสดุทำฐานฟันปลอมเปลี่ยนไป

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์ **ลายมือชื่อนิสิต.....**
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์ **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....**
ปีการศึกษา 2544

4176107332: **MAJOR** PROSTHODONTIC

KEY WORD: ACRYLIC DENTURE TEETH / ACRYLIC DENTURE BASE / BOND STRENGTH

PANYA SUANGBURANAKUL: TENSILE BOND STRENGTH OF ACRYLIC DENTURE BASE TO DIFFERENT LAYERS OF GROUND ACRYLIC DENTURE TEETH.

THESIS ADVISOR: ASST. PROF. DR. KANCHANA KANCHANATAWEWAT, DSc. 99 pp.

ISBN 974-03-0962-3

The purpose of this study was to evaluate the tensile bond strength between heat activated acrylic denture base and denture teeth with flattened ridge lap or without ridge lap. Four types of acrylic teeth used in this study were 1) linear polymethyl methacrylate (Major Dent, M), 2) three layers of linear polymethyl methacrylate (Basic, B), 3) three layers of cross-linked polymethyl methacrylate with silica filler (Endura, E) and 4) four layers of copolymer between methyl methacrylate and dimethacrylate (SR Vivodent PE, S). The teeth of each type were divided into 2 groups (N=24 each). The ridge lap portion of denture teeth in the control groups (C) were flattened by grinding (1 mm. depth), while those of the experimental groups (X) were removed. The teeth were bonded to acrylic denture base using a brass mold. The brass was used to control the surface contact area between the teeth and the acrylic. The models were then immersed in distilled water at 37°C for 7 days. The tensile bond strength between the teeth and acrylic denture base was tested using a universal testing machine (Instron, model 5583) having a cross head speed of 0.254 mm/min. The average tensile bond strengths of the control and experimental groups of each type were as follows (X±SD, MPa): MC 16.35±3.84, MX 16.31±3.19, BC 23.00±3.55, BX 22.88±3.97, EC 25.92±5.44, EX 24.34±6.06 and SC 27.87±4.15, SX25.34±4.87. Student's T-test was used in each type whereas ANOVA and Tukey's tests were used among the tested group. The results showed no significant difference between tensile bond strength of the control groups and the experimental groups in all type of tooth. It was also demonstrated that M acrylic teeth had significantly lower bond strength in comparison with other types within control or experimental groups. We concluded that the reduction of the ridge lap portion does not affect bond strength.

Department Prosthodontics Student's signature.....

Field of study Prosthodontics Advisor's signature.....

Academic year 2001

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์
ทันตแพทย์หญิง ดร. กาญจนา กาญจนทวีวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำ
แนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆในการวิจัยมาด้วยดีโดยตลอด และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้ ส่วน
หนึ่งได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ขอขอบคุณหน่วยวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความ
อนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนด้วยดีในทุกๆด้านแก่ผู้วิจัย
เสมอมาจนสำเร็จการศึกษา



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. ปรัชศน์วรรณกรรม.....	5
3. ระเบียบวิธีการวิจัย.....	13
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
5. วิจารณ์ผลการวิจัย.....	88
6. บทสรุป.....	92
รายการอ้างอิง.....	93
ภาคผนวก.....	97
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	99

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญัตราสาร

ตารางที่	หน้า
1. ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในซีพีปปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	53
2. ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลองในซีพีปปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น.....	54
3. ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในซีพีปปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	56
4. ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลองในซีพีปปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น.....	57
5. ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในซีพีปปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มี สารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา.....	58
6. ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลองในซีพีปปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มี สารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา.....	59
7. ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในซีพีปปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพ่นกึ่งเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต.....	60
8. ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลองในซีพีปปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพ่นกึ่งของเมทาคริเลต กับไดเมทาคริเลต	61
9. ค่าความทนแรงดึงเฉลี่ย (MPa) ของซีพีปปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิว ด้านประชิดสันเหงือกให้เรียบกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก.....	63
10. ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยระหว่างซีพีปปลอมต่างชนิด ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกให้เรียบกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก.....	63
11. ค่าความทนแรงดึงเฉลี่ย (MPa) ของซีพีปปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิว ด้านประชิดสันเหงือกออกกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก.....	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
12. ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยระหว่างซีฟ้นปลอมต่างชนิด ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกอกกับวัสดุทำฐานซีฟ้นปลอมอะคริลิก.....	65
13. รูปแบบการแตกในกลุ่มควบคุมของซีฟ้นปลอมทุกชนิด.....	73
14. รูปแบบการแตกในกลุ่มทดลองของซีฟ้นปลอมทุกชนิด.....	78
15. ค่าทางสถิติทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกและชนิดของซีฟ้นปลอม..... ทุกชนิดในกลุ่มควบคุม	83
16. ค่าทางสถิติทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกและชนิดของซีฟ้นปลอม..... ทุกชนิดในกลุ่มทดลอง	83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
1. ซี่ฟันปลอม 4 ชนิด	
มุมบนซ้าย คือ ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลิเลตชนิดเส้น (linear polymethyl methacrylate, Major Dent, M)	
มุมบนขวา คือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิเลตชนิดเส้น (3 layers of linear polymethyl methacrylate, Basic, B)	
มุมล่างซ้าย คือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา (3 layers of cross-linked polymethyl methacrylate with silica filler, Endura, E)	
มุมล่างขวา คือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทาคริลิเลตกับไดเมทาคริลิเลต (4 layers of copolymer between methyl methacrylate and dimethacrylate, SR Vivodent PE, S).....	14
2. การแบ่งกลุ่มของซี่ฟันปลอมแต่ละชนิด.....	15
3. แบบจับยึดซี่ฟันปลอม	
A ประกอบด้วย แท่งพลาสติกเทอร์พีน ตัวยึดซี่ฟันปลอม (อะคริลิก) และตัวจับซิลิโคน	
B ภาพฉายเส้นแสดงส่วนประกอบและขนาดของแบบจับยึดซี่ฟันปลอมประกอบด้วย แท่งพลาสติกเทอร์พีน 2) ตัวยึดซี่ฟันปลอม (อะคริลิก) 3) ตัวจับซิลิโคน.....	17
4. ด้านซ้ายแสดงพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมกลุ่มทดลองอยู่เหนือผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิก 4 มิลลิเมตรและด้านขวาแสดงพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมกลุ่มควบคุมอยู่เหนือผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิก 1 มิลลิเมตร...19	
5. ซี่ฟันปลอมก่อนตัดแบ่งครึ่ง.....	20
6. ซี่ฟันปลอมหลังการตัดแบ่งครึ่ง.....	20
7. กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสโคป (stereoscope, Olympus, model 8M00733).....	21

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
8. ซีฟีนปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	
A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง	
B ภาพลายเส้นแสดงชั้นของซีฟีนปลอมจำนวน 2 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน (ชั้นนอก) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นใน) และระยะที่กรอฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง).....	22
9. ซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	
A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง	
B ภาพลายเส้นแสดงชั้นของซีฟีนปลอมจำนวน 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน (ชั้นนอก) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นใน) ชั้นประชิดสันเหงือก และระยะที่กรอฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง).....	23
10. ซีฟีนปลอมแบบอัดหลายชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา	
A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง	
B ภาพลายเส้นแสดงชั้นของซีฟีนปลอมจำนวน 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน (ชั้นนอก) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นใน) ชั้นประชิดสันเหงือก และระยะที่กรอฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง).....	24
11. ซีฟีนปลอมแบบอัดหลายชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์เมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต	
A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง	
B ภาพลายเส้นแสดงชั้นของซีฟีนปลอมจำนวน 4 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน 2 ชั้น (ด้านริมฝีปากและด้านลิ้น) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นใน) ชั้นประชิดสันเหงือก และระยะที่กรอฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง).....	25
12. ตัวยึดอะคริลิกที่ติดเทปกาวใสก่อนทำการกรอซีฟีนปลอม.....	27
13. หัวกรอหินสีเขียวรูปร่างล้อที่ใช้กรอตัดฟันผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟีนปลอม.....	27
14. เครื่องกลึงต่อเข้ากับเครื่องกรอไมโครมอเตอร์.....	28
15. ขณะกรอด้านประชิดสันเหงือกของซีฟีนปลอม.....	28
16. เมื่อหัวกรอชิดกับเทปกาวใสจะหยุดกรอ.....	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
17. ชีพพื้นปลอม (1) ก่อนกรอ (2) หลังกรอของกลุ่มควบคุม และ (3) หลังกรอของกลุ่มทดลอง.....	29
18. ชิ้นงานทองเหลืองประกอบด้วย ก้านทองเหลือง(ซ้าย) และปลอกทองเหลืองที่สามารถแยกเป็น 2 ชิ้น(ขวา).....	31
19. ภาพลายเส้นแสดงลักษณะและขนาดของชิ้นงานทองเหลือง.....	31
20. ปลอกทองเหลืองสวมเข้าได้สนิทพอดีกับก้านทองเหลือง.....	32
21. กาวไซยาโนอะคริเลตที่ใช้ยึดชีพพื้นปลอม.....	32
22. ชีพพื้นปลอมที่ติดกับก้านทองเหลืองและได้ประกบส่วนปลอกทองเหลืองเรียบร้อยแล้ว กลุ่มควบคุม (ซ้าย) และกลุ่มทดลอง (ขวา).....	33
23. สารหล่อลื่นซิลิโคน.....	33
24. กล้องพลาสติกและซิลิโคนสำหรับทำแบบหล่อของชิ้นทดสอบ.....	34
25. ชีพพื้นต้นแบบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนใส่ในภาชนะหล่อแบบพื้น.....	34
26. เครื่องผสมสุญญากาศ.....	37
27. ชีพพื้นต้นแบบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในภาชนะหล่อแบบพื้นส่วนล่าง.....	37
28. เครื่องอัดภาชนะหล่อแบบพื้นชนิดไฮโดรลิก.....	38
29. ชีพพื้นปลอมต้นแบบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในภาชนะหล่อแบบพื้นที่หล่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	39
30. ภาชนะหล่อแบบพื้นที่พร้อมสำหรับใส่วัสดุทำฐานพื้นปลอมลงไปยึดกับชีพพื้นปลอม.....	39
31. อะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ใช้ทำฐานพื้นปลอม.....	40
32. อะคริลิกที่ใส่เข้าไปแทนที่ก้านทองเหลือง.....	40
33. ขณะอัดภาชนะหล่อแบบพื้นในเครื่องอัดชนิดไฮโดรลิก.....	41
34. ส่วนเกินของฐานพื้นปลอมอะคริลิกที่จะต้องตัดออก.....	41
35. ภาชนะหล่อแบบพื้นที่พร้อมสำหรับการบ่ม.....	42
36. เครื่องบ่มอะคริลิก.....	42
37. เครื่องกระแทกปูน.....	45
38. แยกปลอกทองเหลืองออกเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นทดสอบ.....	45
39. ตัดส่วนเกินของอะคริลิกด้วยใบมีดหมายเลข 12.....	46

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
40. ขั้นตอนทดสอบที่สมบูรณ์พร้อมนำไปทดสอบ.....	46
41. ขั้นตอนทดสอบที่แช่ในน้ำกลั่น.....	47
42. ผู้ควบคุมคุณภาพและความชื้น.....	47
43. เครื่องมือที่ใช้ประกอบในการทดสอบความทนแรงดึง.....	48
44. ขั้นตอนทดสอบที่รัดด้วยเข็มขัดรัดท่อ.....	48
45. ขั้นตอนทดสอบที่พร้อมสำหรับการทดสอบแรงดึง.....	49
46. เครื่องทดสอบสากล (Instron model 5583).....	50
47. ขณะทดสอบความทนแรงดึงขั้นตอน.....	51
48. ซีฟีนปลอมที่หลุดจากขั้นตอน.....	51
49. แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุม (MC) และกลุ่มทดลอง (MX) ในซีฟีนปลอม พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น.....	54
50. แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุม (BC) และกลุ่มทดลอง (BX) ในซีฟีนปลอม แบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น.....	57
51. แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุม (EC) และกลุ่มทดลอง (EX) ในซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้น ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซึลิกา.....	59
52. แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุม (SC) และกลุ่มทดลอง (SX) ในซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของ พอลิเมอริสพ่นเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต.....	61
53. แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของซีฟีนปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร.....	64
54. แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของซีฟีนปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร.....	66

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
55. การแตกแบบแอตฮีซีฟ	
A ที่ซีฟนปลอม	
B ที่วัสดุทำฐานฟนปลอมอะคริลิก.....	68
56. การแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟนปลอม	
A ที่ซีฟนปลอม	
B ที่วัสดุทำฐานฟนปลอมอะคริลิก.....	69
57. การแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟนปลอม	
A ที่ซีฟนปลอม	
B ที่วัสดุทำฐานฟนปลอมอะคริลิก.....	70
58. การแตกแบบแอตฮีซีฟพร้อมกับโคฮีซีฟในซีฟนปลอม	
A ที่ซีฟนปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนของซีฟนปลอมที่แตก)	
B ที่วัสดุทำฐานฟนปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนที่แตกของซีฟนปลอม ซึ่งติดอยู่กับวัสดุทำฐานฟนปลอม).....	71
59. การแตกแบบแอตฮีซีฟพร้อมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟนปลอม	
A ที่ซีฟนปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนที่แตกของวัสดุทำฐานฟนปลอมติดที่ซีฟนปลอม)	
B ที่วัสดุทำฐานฟนปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนของวัสดุทำฐานฟนปลอมที่แตก).....	72
60. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ในกลุ่มควบคุม.....	74
61. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นในกลุ่มควบคุม.....	75
62. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกาในกลุ่มควบคุม.....	76
63. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของ พอลิเมอร์สพันท์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตในกลุ่มควบคุม.....	77
64. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ในกลุ่มทดลอง.....	79

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
65. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นในกลุ่มทดลอง.....	80
66. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซึลิกาในกลุ่มทดลอง.....	81
67. แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของ พอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตในกลุ่มทดลอง.....	82
68. ความแข็งผิวของซีฟีนปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น A ตัดตามแนวแกนพีน B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง.....	85
69. ความแข็งผิวของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น A ตัดตามแนวแกนพีน B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง.....	85
70. ความแข็งผิวของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มี สารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรก A ตัดตามแนวแกนพีน B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง.....	86
71. ความแข็งผิวของซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์เมทาคริเลตกับ ไดเมทาคริเลต A ตัดตามแนวแกนพีน B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพีนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง.....	86
72. แผนภูมิแสดงความแข็งผิวในแต่ละระดับชั้นของซีฟีนปลอมทุกชนิด.....	87

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันวิทยาการทางด้านทันตแพทยศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างมาก โดยเฉพาะในงานทันตกรรมประดิษฐ์ เมื่อผู้ป่วยสูญเสียฟันธรรมชาติ ไม่ว่าจะด้วยสาเหตุจากโรคฟันผุ โรคปริทันต์ หรือจากสาเหตุอื่น และจำเป็นที่จะต้องได้รับการรักษาทางทันตกรรมประดิษฐ์ การรักษาหลายวิธี เช่น การใช้รากเทียม (dental implant) เป็นหลักในการยึดฟันปลอม หรือการทำฟันปลอมชนิดติดแน่นที่มีทั้งชนิดครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ซเลน (porcelain-fused-to-metal restoration) และครอบฟันเซรามิกล้วน (all-ceramic restoration) ที่มีการพัฒนาให้มีสีและความสวยงามที่ใกล้เคียงฟันธรรมชาติ ซึ่งการรักษาดังกล่าวผู้ป่วยต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น สำหรับประเทศไทย ซึ่งสภาพทางเศรษฐกิจไม่เอื้ออำนวย เมื่อผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการรักษาโดยการใส่ฟันปลอมเพื่อทดแทนฟันธรรมชาติที่สูญเสียไป เพื่อช่วยในการบดเคี้ยว ความสวยงาม ช่วยในการออกเสียง และ/หรือ รักษาสภาพอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการบดเคี้ยวให้อยู่ในสภาพปกติ นั้น ฟันปลอมส่วนใหญ่ที่ใช้ก็มักจะเป็นฟันปลอมชนิดถอดได้ ไม่ว่าจะเป็นฟันปลอมชนิดชั่วคราว (temporary denture) ฟันปลอมบางส่วนถอดได้โครงโลหะ (removable partial denture) หรือฟันปลอมทั้งปาก (complete denture) ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาน้อยกว่า

ฟันปลอมประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของฐานฟันปลอม (denture base) และซี่ฟันปลอม (artificial teeth) ในอดีตฐานฟันปลอมทำมาจากวัสดุหลายชนิด เช่น ยางวัลคาไนต์ (vulcanite) ไนโตรเซลลูโลส (nitrocellulose) ฟีนอลฟอร์มอลดีไฮด์ (phenolformaldehyde) พลาสติกไวนิล (vinyl plastic) และพอร์ซเลน เป็นต้น จนกระทั่งปี ค.ศ. 1937 ที่เริ่มทำฐานฟันปลอมจากอะคริลิกเรซิน (acrylic resin) และนับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา วัสดุชนิดนี้ก็ได้รับการยอมรับและนำมาใช้งานในทางทันตกรรมอย่างกว้างขวาง ในส่วนของซี่ฟันปลอม ซึ่งเป็นส่วนประกอบในฟันปลอมบางส่วนถอดได้ และฟันปลอมทั้งปาก ได้เริ่มมีการใช้ซี่ฟันปลอมพอร์ซเลนสำเร็จรูปเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1808 โดย Guisepangelo Fonzi ทันตแพทย์ชาวอิตาลีเลียน (เจน รัตนไพศาล, 2533) ต่อมาจึงเริ่มมีการนำซี่ฟันปลอมอะคริลิกมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1940 (Sweeney, Yost and Fee, 1958)

การใช้ซี่ฟันปลอมพอร์ซเลนเพื่อทำฟันปลอมถอดได้นั้น ถึงแม้จะมีความสวยงามใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ แต่ก็มีปัญหาในด้านการยึดติดกับฐานฟันปลอมอะคริลิก เนื่องจากฟันพอร์ซเลนไม่มีพันธะทางเคมี (chemical bond) กับฐานฟันปลอมอะคริลิกมีเฉพาะพันธะทางกล

(mechanical bond) เท่านั้น ทำให้ซีฟันปลอมหลุดจากฐานฟันปลอมได้ และซีฟันปลอมพอร์ซเลนยังแตกหักได้ง่ายกว่าซีฟันปลอมอะคริลิก (Hiskey and Zarb, 1980) ดังนั้นซีฟันปลอมอะคริลิกจึงเป็นที่นิยมมาก เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา ซีฟันปลอมที่ใช้นั้นมากกว่าร้อยละ 60 ทำขึ้นจากอะคริลิกเรซิน หรือ ไวนิลอะคริลิกเรซิน (vinyl acrylic resins) (Phoenix, 1996) เช่นเดียวกับประเทศอังกฤษ ซีฟันปลอมซึ่งนิยมใช้มากที่สุดคือ ซีฟันปลอมอะคริลิก (Harrison, Huggett and Murphy, 1990) ส่วนในประเทศไทยนั้น ถึงแม้จะไม่มีผลสำรวจดังเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกาและอังกฤษ แต่จากเอกสารการขออนุญาตนำเข้าซีฟันปลอมจากต่างประเทศของกรมศุลกากรปีพุทธศักราช 2544 (ส่วนมาตรฐานพิทักษ์ตราศุลกากร กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง) ทำให้ทราบได้ว่า ซีฟันปลอมที่ใช้ทำฟันปลอมบางส่วนถอดได้ และฟันปลอมทั้งปากมากที่สุดก็คือ ซีฟันปลอมอะคริลิกเช่นกัน

ฟันปลอมฐานอะคริลิกภายหลังการใช้งานเป็นเวลานาน มักจะพบการเสียหายของฟันปลอมใน 2 ลักษณะคือ การแตกหักของฐานฟันปลอม และ ซีฟันปลอมหลุดออกจากฐานฟันปลอม ในการแตกหักของฐานฟันปลอมอะคริลิกนั้นแบ่งเป็น การแตกหักที่เกิดจากแรงกระแทก (impact failure) โดยฟันปลอมถูกกระแทกเพียงครั้งเดียวแล้วหัก และการแตกหักที่เกิดจากการล้า (fatigue failure) โดยฟันปลอมจะถูกแรงกระทำซ้ำๆ หลายๆ ครั้ง จากการบดเคี้ยว หรือ จากการที่ฟันปลอมหลวม (Smith, 1961) เมื่อใช้ฟันปลอมบดเคี้ยว ฟันปลอมก็ขยับไปมาบนเนื้อเยื่อที่รองรับฟันปลอม จนเกิดการล้าแล้วแตกหัก

ส่วนการหลุดของซีฟันปลอมออกจากฐานฟันปลอมนั้น ก็มี 2 ลักษณะคือ การหลุดของซีฟันแบบแอดฮีซีฟ (adhesive bond failure) ซึ่งเป็นการหลุดออกจากกันตรงบริเวณผิวสัมผัส (interface) ระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม และการหลุดของซีฟันแบบโคฮีซีฟ (cohesive bond failure) ซึ่งมีทั้งการหลุดที่เกิดจากการแตกหักในส่วนของฐานฟันปลอม หรือการแตกหักของซีฟันปลอมเอง (Vallittu, Lassila and Lappalainen, 1993) ในประเทศอังกฤษ ได้มีการสำรวจความเสียหายของฟันปลอม โดยการส่งแบบสำรวจให้ห้องปฏิบัติการฟันปลอมของเอกชนรอกข้อมูลชนิดความเสียหายของฟันปลอมที่ส่งเข้ามาแก้ไข พบว่า ความเสียหายของฟันปลอมที่พบบ่อยมากที่สุดคือ การหลุดของซีแบบแอดฮีซีฟ (Darbar, Huggett and Harrison, 1994) และในปัจจุบันแนวโน้มความเสียหายในลักษณะที่เกิดการหลุดของซีฟันปลอมจะพบมากขึ้น เนื่องจากการทำรากเทียมเพื่อรองรับฟันปลอม เพราะการทำรากเทียมนี้เป็นผลทำให้เกิดแรงที่มากขึ้นต่อส่วนต่างๆ ของฟันปลอม (Gunne, *et al.*, 1997; Rangert, Sullivan and Jemt, 1997) ทำให้มีปัญหากเกี่ยวกับซีฟันปลอมหลุดออกจากฐานฟันปลอมอะคริลิกเกิดตามมาได้

การหลุดของซีฟันปลอมแบบแอดฮีซีฟเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่นการหลุดที่เกิดจากผลของสภาพพื้นผิวที่เข้ากันไม่ได้ ระหว่างซีฟันปลอมและฐานฟันปลอมอะคริลิก (Cunningham,

1993) โดยมีการปนเปื้อนที่พื้นผิวของซีฟันปลอมและวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยอาจมีเศษฝุ่น เศษปูน คราบหรือละอองน้ำมัน และการมีซีฟุ้งตกค้างบนผิวของซีฟันปลอม (Schoonover, *et al.*, 1952; Spratley, 1987; Cunningham and Benington, 1996) ซีฟุ้งที่ตกค้างบนผิวของซีฟันปลอมนี้ จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการยึดแน่นกับฐานฟันปลอม ซึ่งลักษณะการตกค้างจะพบได้หลายลักษณะ ได้แก่ ซีฟุ้งซึมผ่านเข้าไปในผิวฟันระหว่างที่แต่งซีฟุ้งด้วยความร้อน หรือการที่มีส่วนของซีฟุ้งตกค้างเหลืออยู่ในขั้นตอนการกำจัดซีฟุ้ง (Schoonover, *et al.*, 1952)

สาเหตุอีกอย่างหนึ่งคือ การปนเปื้อนของสารคั่นกลาง (tin-foil substitutes) บนพื้นผิวของซีฟันปลอมบริเวณที่จะยึดกับฐานฟันปลอม ทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมลดลง (Schoonover, *et al.*, 1952; Morrow, *et al.*, 1978; Catterlin, Plummer and Gulley, 1993) และการที่วัสดุทำฐานฟันปลอมมีความสกปรก ซึ่งเกิดจากการปั้นวัสดุทำฐานฟันปลอมในขั้นอ่อนนุ่ม (dough stage) ด้วยมือที่ไม่สะอาด หรือมีคราบไขมัน เมื่อนำไปอัดลงแบบหล่อ เพื่อให้สัมผัสกับผิวฟัน ก็จะทำให้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นลดลงได้เช่นกัน (Huggett, *et al.*, 1982)

นอกจากนี้ ความแตกต่างในส่วนประกอบที่ใช้ทำซีฟันปลอมและฐานฟันปลอม ก็ทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นของทั้ง 2 ส่วนนี้ลดลง กล่าวคือวัสดุที่ใช้ทำซีฟันปลอมควรมีโครงสร้างที่เป็นแบบเดียวกัน หรือเข้ากันได้กับวัสดุที่ใช้ทำฐานฟันปลอม เพื่อให้เกิดการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมโดยพันธะเคมี (Anderson, 1958) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนในด้านความแตกต่างในส่วนประกอบที่ใช้ทำซีฟันปลอมและฐานฟันปลอม ซึ่งทำให้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นลดลง ได้แก่ การใช้ซีฟันปลอมที่ทำจากพอร์ซเลน ยึดกับฐานฟันปลอมอะคริลิก จะมีเฉพาะการยึดอยู่ทางกลเท่านั้น ในขณะที่ถ้าใช้ซีฟันปลอมอะคริลิก จะมีการยึดแน่นทางเคมีกับฐานฟันปลอมอะคริลิก ซึ่งให้การยึดที่ดีกว่าซีฟันปลอมพอร์ซเลน

จากการที่ซีฟันปลอมควรมีคุณลักษณะสำคัญ 2 ประการคือ มีความต้านทานต่อการสึกสูง และมีความแข็งแรงในการยึดแน่นกับฐานฟันปลอมที่มากพอ โดยที่ไม่เกิดการหลุดของซีฟันปลอมจากการบดเคี้ยว ดังนั้นซีฟันปลอมพอร์ซเลนที่ถึงแม้จะมีความต้านทานต่อการสึกที่สูง และมีลักษณะความสวยงามใกล้เคียงฟันธรรมชาติ แต่ให้การยึดแน่นกับฐานฟันปลอมอะคริลิกได้ไม่ดีในทางกลับกัน ซีฟันปลอมอะคริลิกที่ผลิตจากพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (linear polymethyl methacrylate) ถึงแม้จะให้การยึดแน่นที่ดีกับฐานฟันปลอม แต่ก็มีมีความต้านทานต่อการสึกที่ต่ำ ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาซีฟันปลอมอะคริลิกที่มีสารเชื่อมขวาง (cross-linked agent) และซีฟันปลอมที่มีสารอัดแทรกอนินทรีย์ (inorganic filler) อยู่ในพอลิเมทิลเมทาคริเลต ทำให้ซีฟันปลอมทั้ง 2 แบบนี้มีคุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น ความแข็งแรงกด (compressive strength) ความแข็งผิว (surface hardness) และมีความต้านทานต่อการสึกที่

สูงขึ้น แต่การที่ซี่ฟันปลอมมีสารอัดแทรกอนินทรีย์หรือสารเชื่อมขวางนั้นทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมลดลงได้ (Suzuki, Sakoh and Shiba, 1990; Kawara, *et al.*, 1991) ดังนั้นจึงได้มีความพยายามแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการผลิตซี่ฟันปลอมให้ส่วนของสารเชื่อมขวางกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ โดยบริเวณด้านประชิดสันเหงือก (ridge lap portion) ของซี่ฟันปลอมที่ยึดกับฐานฟันปลอมนั้น มีปริมาณสารเชื่อมขวางน้อยกว่าบริเวณด้านบดเคี้ยว เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอม (Phillips, 1991) หรือการผลิตซี่ฟันปลอมแบบอัดหลายชั้น (multilithic acrylic teeth) โดยที่ด้านบดเคี้ยวจะเป็นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีสารเชื่อมขวางหรือสารอัดแทรกอนินทรีย์ ส่วนด้านประชิดสันเหงือกก็จะใช้พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นเป็นส่วนประกอบ (Suzuki, *et al.*, 1990) เพื่อประโยชน์ในการยึดแน่นที่ดีกับฐานฟันปลอมอะคริลิก

ดังนั้นเมื่อผู้ป่วยจะต้องได้รับการรักษาโดยการใส่ฟันปลอม ทันตแพทย์จึงนิยมใช้ซี่ฟันปลอมใน 2 ลักษณะดังกล่าวข้างต้น แต่ในผู้ป่วยชาวไทยที่จำเป็นต้องได้รับการรักษาโดยการใส่ฟันปลอมบางส่วนถอดได้ หรือฟันปลอมทั้งปาก ซึ่งมีซี่ฟันปลอมอะคริลิกเป็นส่วนประกอบนั้น มักจะมีการกรอส่วนประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมออกไป เพราะลักษณะทางกายวิภาคของฟันธรรมชาติ และกระดูกขากรรไกรของชาวเอเชียทำให้มีระยะระหว่างขากรรไกร (interalveolar space, interridge distance) น้อย (Rosario, *et al.*, 1981) จึงไม่สามารถที่จะเรียงฟันโดยไม่กรอแต่งซี่ฟันปลอม ทำให้มีปัญหาที่ตามมาคือ วัสดุที่อยู่ในบริเวณพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือก เมื่อถูกตัดออกไปจนหมด แล้วนำมายึดกับฐานฟันปลอม จะมีผลอย่างไรต่อการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอม

ดังนั้น การทดลองนี้จึงจัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการตัดพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมออกไป ต่อการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมอะคริลิก โดยการทดลองนี้ได้เลือกใช้ซี่ฟันปลอมที่ทำจากวัสดุที่แตกต่างกัน 4 ลักษณะ ที่มีข้อบกพร่องหลายในประเทศไทย มาทดสอบหาความทนแรงดึงระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอม เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการเลือกใช้ซี่ฟันปลอมที่มีค่าความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกที่ดี เพื่อเป็นการลดอัตราการหลุดของซี่ฟันปลอมจากการใช้งานในช่องปากได้อีกทางหนึ่ง

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรม

ในอดีต ฟันปลอมทำมาจากไม้และงาช้าง จุดเริ่มต้นของการนำวัสดุพอลิเมอร์มาใช้ในการทำฟันปลอมนั้น ภายหลังจากที่มีการประดิษฐ์ยางวัลคาไนต์ขึ้นในปี ค.ศ. 1839 จึงได้เริ่มนำวัสดุชนิดนี้มาทำฐานฟันปลอม แต่จากการที่ยางวัลคาไนต์มีคุณสมบัติดูดน้ำมาก ย่อมใช้ได้ยาก และที่บดแสง ประกอบกับการขาดแคลนวัสดุในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 จึงมีการนำอะคริลิกเรซินมาใช้แทน เพราะอะคริลิกเรซินมีคุณสมบัติที่หลายประการ คือ ไม่เป็นอันตรายหรือระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในช่องปาก มีความโปร่งแสง สามารถย้อมสีให้เข้ากับเนื้อเยื่อในช่องปากได้ มีวิธีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก ซ่อมแซมได้ง่ายเมื่อมีการแตกหรือร้าว ราคาไม่แพง และมีอายุการใช้งานยาว

คำว่า พอลิเมอร์ นี้มาจากภาษากรีก ซึ่งมีความหมายว่า หลายๆ หน่วย (many parts) สามารถเตรียมได้จากกระบวนการที่เรียกว่าพอลิเมอร์ไรเซชัน โดยเกิดจากการรวมตัวทางเคมีของหน่วยเล็กที่เรียกว่ามอนอเมอร์ ซึ่งมอนอเมอร์ที่ซ้ำกันในโมเลกุลของพอลิเมอร์นี้อาจเป็นอะตอมเดี่ยว เช่น โมเลกุลของซัลเฟอร์ หรือกลุ่มของอะตอม เช่น กลุ่มอะตอมของเมทิลีน (methylene) ในพอลิเอทิลีน (polyethylene)

ในส่วนของวัสดุอะคริลิกเรซินนั้น เป็นอนุพันธ์ของเอทิลีน (derivatives of ethylene) ที่ประกอบด้วยกลุ่มไวนิล อนุกรมของอะคริลิกเรซิน (acrylic resin series) ที่เกี่ยวข้องกับงานทันตกรรมมี 2 อนุกรม ได้แก่ อนุกรมที่ได้จากการดอะคริลิก และอนุกรมจากการดเมทาคริลิก สารประกอบของอนุกรมทั้งสองนี้ ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอร์แบบเติม (addition polymerization) (เจน รัตนไพศาล, 2533; Anusavice, 1996) แม้ว่าสารเหล่านี้จะแข็งและใส แต่ดูดน้ำมาก เนื่องจากมีกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl group) อยู่ที่ซิวด้านหนึ่ง และน้ำจะเป็นตัวทำให้สายโซ่พอลิเมอร์แตกตัว ทำให้วัสดุอ่อน และลดกำลังความแข็งแรงลง จึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในช่องปาก แต่กลุ่มเอสเตอ์ (ester group) ของกรดเหล่านี้จะใสและดูดน้ำน้อยมาก จึงนำมาใช้ในช่องปาก เช่น พอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งเกิดจากการที่ตัวกระตุ้นอาจเป็นสารเคมี คลื่นไมโครเวฟ ความร้อนหรือแสง ไปทำปฏิกิริยากับตัวเริ่มต้น ให้ปล่อยอนุมูลอิสระ (free radical) ออกมา อนุมูลอิสระนี้ จะทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนต่อคาร์บอนของเมทิลเมทาคริเลต ได้เป็นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ในงานทันตกรรมประดิษฐ์นั้น วัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลต ได้นำมาใช้เป็นส่วนของฐานฟันปลอมและซี่ฟันปลอมอะคริลิก ซึ่งในปัจจุบันฐานฟันปลอมนิยมทำจาก อะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วย

ความร้อน (Polyzois and Dahl, 1993) ถึงแม้ว่าอะคริลิกเรซินชนิดบ่มได้เอง (autopolymerizing acrylic resin) จะมีข้อดีคือมีการเปลี่ยนมิติที่น้อยกว่า และใช้เวลาในการบ่มน้อยกว่าอะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยความร้อนก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อเสียหลายอย่าง เช่น มีรพูนมากกว่า มีมอดนเมอร์ตกค้างภายในมากกว่า และมีการเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองแกมน้ำตาลเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน เป็นต้น ส่วนอะคริลิกชนิดบ่มด้วยคลื่นไมโครเวฟ (microwave activated acrylic resin) นั้นมีข้อเสียคือ มีมอดนเมอร์ตกค้างมากกว่า ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และการควบคุมอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยาคายความร้อนของอะคริลิกทำได้ยาก (Al Doori, et al., 1988) ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและอาจสูงกว่าจุดเดือดของมอดนเมอร์ (100.8 องศาเซลเซียส) ทำให้เกิดรพูนขึ้นในเนื้ออะคริลิกได้ (De Clerck, 1987) คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งที่นิยมทำฐานฟันปลอมมาจากอะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยความร้อนคือ อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนให้การยึดแน่นกับซีฟันปลอมที่ดี

การใช้งานฟันปลอมอะคริลิกในช่องปากนั้น มักจะพบความเสียหายใน 2 ลักษณะคือ การแตกหักของฐานฟันปลอมและการหลุดของซีฟันปลอมออกจากฐานฟันปลอม การแตกหักของฐานฟันปลอมนั้นได้มีการแก้ไขปัญหานี้ด้วยการใช้พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวาง หรือการใช้บิวตาไดอีน-สไตรีน (butadiene styrene) เชื่อมกับเมทิลเมทาคริเลตมาเป็นวัสดุทำฐานฟันปลอม ส่วนการหลุดของซีฟันปลอมออกจากฐานฟันปลอมนั้น กระบวนการที่เกิดการหลุดของซีฟันปลอมคือ รอยร้าวที่เกิดขึ้นและดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง (crack propagation) โดยเริ่มจากบริเวณที่มีการสะสมแรงเค้นในอัตราสูงตรงผิวสัมผัสระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม แล้วกระจายไปสู่บริเวณอื่น จนกระทั่งซีฟันปลอมหลุด (Darbar et al., 1993) สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ซีฟันปลอมหลุดจากฐานฟันปลอม เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของสภาพพื้นผิวของซีฟันปลอม เช่น การตกค้างของซีฟุ้งบนผิวของซีฟันปลอม การปนเปื้อนของสารคั่นกลางบนพื้นผิวของซีฟันปลอม ก่อนการอัดอะคริลิกเรซิน หรือการมีเศษฝุ่นผง เศษปูน ละอองน้ำมันบนพื้นผิวของซีฟันปลอม จะทำให้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมลดลงได้ (Chung, Clark and Darvell, 1995) ดังนั้น ในการทำฟันปลอม ถ้าใช้ความระมัดระวังและละเอียดรอบคอบแล้ว ก็สามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวข้างต้น เพื่อลดการหลุดของซีฟันปลอมออกจากฐานฟันปลอมได้

แต่มีปัจจัยบางอย่างที่อยู่เหนือการควบคุมโดยทันตแพทย์ ปัจจัยดังกล่าวคือ วัสดุที่ใช้ผลิตซีฟันปลอม โดยซีฟันปลอมที่ทำจากวัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นให้การยึดแน่นกับฐานฟันปลอมที่ดี แต่มีความต้านทานต่อการสึกที่ต่ำ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางซึ่งมีความต้านทานต่อการสึกที่สูงมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตซีฟันปลอม โดยวัสดุชนิดนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่เป็นพอลิเมอร์สหพันธ์ (copolymer) ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต (dimethacrylate) เช่น ไตรเอทิลลีนไกลคอลไดเมทาคริเลต (triethylene glycol dimethacrylate, TEGDMA) เป็นส่วนประกอบ ส่วนอีกประเภทหนึ่งจะเป็น

พอลิเมอร์ชนิดเชื่อมขวางที่มีการเพิ่มวัสดุอัดแทรกซิลิกา (silica filler) เข้าไปเป็นส่วนประกอบ (Suzuki, *et al.*, 1990) โดยการผลิตซีฟันปลอมจะผลิตออกมาใน 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอของเนื้อวัสดุ (homogenous) เช่น ซีฟันปลอม Trubyte Bioform IPN ของบริษัท Dentsply ประเทศสหรัฐอเมริกา และลักษณะแบ่งเป็นชั้นๆ ของเนื้อวัสดุ เช่น ซีฟันปลอม SR Orthosit PE ของบริษัท Ivoclar ประเทศ Liechtenstein (Caswell and Norling, 1986) ซีฟันปลอมที่ผลิตขึ้นทั้ง 2 ลักษณะนี้จะมีคุณสมบัติเชิงกลและทางกายภาพที่ดีขึ้นกว่าซีฟันปลอมที่ผลิตจากพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น โดยเฉพาะความแข็งแรงและความต้านทานต่อการสึกกรวมทั้งการป้องกันการเกิดรอยร้าว (crazing) เนื่องจากมีความเสถียรทางเคมี (chemical stable) มากกว่าซีฟันปลอมอะคริลิกชนิดที่ไม่มีสารเชื่อมขวาง (Whitman, *et al.*, 1987; Von Fraunhofer, Razavi and Khan, 1988) แต่การมีสารเชื่อมขวางก็ทำให้โครงข่ายของสายโซ่พอลิเมอร์ (polymer chain networks) อัดกันแน่น มอนอเมอร์จากฐานฟันปลอมจึงแทรกซึมเข้าไปในส่วนเมทริกซ์ (matrix) ของซีฟันปลอมมากขึ้น เป็นผลทำให้การยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมลดลง (Suzuki, *et al.*, 1990)

ดังนั้น จึงมีความพยายามที่จะเพิ่มการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม เช่น การปรับสภาพพื้นผิวของซีฟันปลอมโดยการทำร่องยึด (retention groove) ที่บริเวณพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอม เพื่อเป็นการเพิ่มการยึดอยู่ทางกล นอกเหนือจากการที่มีการยึดแน่นทางเคมีระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม และยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมอีกด้วย แต่จากการศึกษาของ Cardash Liberman และ Helft (1986) ที่ได้ทำการทดลองในฟันตัดซี่กลาง จำนวน 60 ซี่ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีการกรอร่องในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal) ที่แตกต่างกันบนด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอม ก่อนนำไปยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมชนิดบ่มด้วยความร้อน แล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือน (shear compressive force) ที่ทำมุม 130 องศา กับแนวแกนฟัน พบว่า ร่องยึดแบบต่างๆ ที่ทำขึ้นนั้น ไม่ได้ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม ในขณะที่การศึกษาของ Cardash และคณะ ในปี ค.ศ. 1990 ทำการทดสอบในซีฟันปลอมจำนวน 180 ซี่ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอมออกเพียงเล็กน้อย กลุ่มที่ 2 กรอทำร่องยึดบนด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอมในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง กว้าง 2 มิลลิเมตร และลึก 2 มิลลิเมตร ส่วนกลุ่มที่ 3 กรอร่องยึดขนาดเดียวกับกลุ่มที่ 2 แต่ทำในแนวตั้งขึ้นไปจนถึงกึ่งกลางทางด้านลิ้นของซีฟันปลอม แล้วนำไปยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม ก่อนจะนำไปทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ทำมุม 130 องศา กับแนวแกนฟัน พบว่า ต้องใช้แรงที่มากขึ้นในการแยกให้ซีฟันปลอมในกลุ่มที่ 3 หลุดจากฐานฟันปลอม ซึ่งคณะผู้ทำการวิจัย ได้อธิบายว่าเป็นเพราะร่องยึดในแนวตั้งนี้ อยู่ใกล้กับแนวแรงที่กระทำต่อซีฟันปลอมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ

ร่องยึดในแนวอื่น เป็นผลให้มีลักษณะของคานงัดที่สั้น จึงต้องใช้แรงที่มากขึ้นในการทำให้ซี่ฟันปลอมหลุด และได้ข้อสรุปว่า การทำร่องยึดในแนวตั้ง ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมได้

หลังจากนั้น ในปี ค.ศ. 1995 Vallittu และคณะได้ทำการทดลองหาค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมอะคริลิกชนิดที่มีสารเชื่อมขวางกับฐานฟันปลอมอะคริลิก ทั้งชนิดบ่มได้เองและบ่มด้วยความร้อน โดยมีการปรับสภาพพื้นผิวของซี่ฟันปลอม 4 ลักษณะ คือ ไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวของซี่ฟันปลอม ขัดพื้นผิวของซี่ฟันปลอมด้วยกระดาษทราย, กรอทำร่อง 2 ร่อง และเจาะรูที่ฐานของซี่ฟันปลอม ก่อนนำไปยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมทั้ง 2 ชนิด แล้วนำมาทดสอบค่ากำลังดัดขวางแบบแรงกด 3 ตำแหน่ง (three point bending test) จากการทดลองพบว่า การทำร่อง 2 ร่องบนซี่ฟันปลอม ให้การยึดแน่นที่ดีที่สุด ในขณะที่การเจาะรูบนซี่ฟันปลอม ให้การยึดแน่นที่ต่ำที่สุด ซึ่ง Vallittu ได้อธิบายผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวว่า ฟันที่เจาะรู ถึงแม้จะมีอะคริลิกเข้าไปจนเต็ม แต่ก็เกิดการหักจากความเค้นดัด (bending stress) ในระหว่างที่ใช้แรงกด เช่นเดียวกับการทำร่องยึดในการทดลองของ Cardash และคณะ (1986) ซึ่งมุมที่เกิดขึ้นจากการทำร่องกับพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมนั้น เป็นมุมแหลม ทำให้เกิดความเค้นดัดได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากในขณะที่การทำร่องยึด 2 ร่อง ที่มีลักษณะมุมมนบนซี่ฟันปลอมในการทดลองครั้งนี้ จะเปลี่ยนแรงกดจากความเค้นดัดไปเป็นความเค้นเฉือน (shear stress) เพราะผิวสัมผัสระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมจะต้านทานการหลุดของซี่ฟันปลอมจากความเค้นเฉือนได้ดีกว่า

ในการทำฟันปลอมโดยปกติจะมีการทามอนอเมอร์ที่บริเวณผิวฟันก่อนที่จะอัดอะคริลิกเพื่อจุดประสงค์ให้มอนอเมอร์ละลายผิวฟัน และแทรกซึมเข้าไปที่ผิวด้านในของซี่ฟันปลอม แล้วเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ขึ้น ซึ่งทำให้การยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมดีขึ้น (Sorensen and Fjeldstad, 1961) นอกจากนี้ ยังมีการใช้ตัวทำละลายชนิดอื่น มาช่วยเพิ่มการยึดแน่นระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอม เช่น การใช้เมทิลคลอไรด์ (methyl chloride) ซึ่ง Rupp, Bowen, และ Paffenbarger (1971) ได้ทดลองใช้เมทิลคลอไรด์ร้อยละ 60 โดยปริมาตร ผสมกับส่วนเหลวของอะคริลิกชนิดบ่มได้เองร้อยละ 40 โดยปริมาตร มาทาที่ผิวของซี่ฟันปลอมก่อนที่จะยึดซี่ฟันปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง แล้วทดสอบด้วยกำลังแรงดึงตามข้อกำหนดเลขที่ 15 ของสมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา จากการทดลองพบว่า การใช้สารละลายชนิดนี้สามารถเพิ่มความแข็งแรงของการยึดแน่นได้มากขึ้นร้อยละ 80 โดยตัวทำละลายเมทิลคลอไรด์ ช่วยให้ออนอเมอร์แทรกซึมผ่านผิวฟันได้ดีขึ้น แต่ก็มีข้อควรระวังในการใช้เมทิลคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารระเหยง่าย และถ้าสูดดมไปมากๆ จะทำให้คลื่นไส้ อาเจียนได้

ในปี ค.ศ. 1990 Suzuki และคณะ ได้ทดลองใช้สาร 4-เมทาคริลอออกซีเอทิลไตรเมลลิเตอานไฮไดรด์ (4-methacryloxyethyltrimellitate anhydride, 4-META) ในการเพิ่มความแข็งแรง

ของการยึดแน่นระหว่างฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน กับซีฟันปลอมชนิดที่มีสารเชื่อมขวาง 3 ชนิด โดยซีฟันปลอมแต่ละชนิดจะใช้ซีฟันกรามน้อยซีที่ 1 ซีที่ 2 และฟันกรามซีที่ 1 ทั้งฟันบนและล่าง จำนวน 200 ซี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก 100 ซี ไม่ได้ทาสาร 4-META อีกกลุ่มหนึ่งจำนวน 100 ซี ทาสาร 4-META แล้วจึงนำไปยึดกับฐานฟันปลอมอะคริลิก หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายเบสิกฟุซซินร้อยละ 0.2 (aqueous solution of basic fuchsin dye) เป็นเวลา 36 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาวัดระยะของสีที่ซึมผ่านเข้าไประหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม โดยวัด 10 จุดคือ ด้านแก้ม 3 จุด ด้านลิ้น 3 จุด และด้านใกล้กลาง-ไกลกลางอีก 4 จุด นำมาหาค่าเฉลี่ยของระยะที่สีซึมผ่านเข้าไป จากนั้นจึงทดสอบด้วยค่าสถิติแบบที (student's t test) ($p < 0.01$) พบว่า ซีฟันปลอมทั้ง 3 ชนิด เมื่อทาสาร 4-META จะทำให้สีเบสิกฟุซซินซึมผ่านเข้าไปได้น้อยลง เป็นการแสดงถึงความยึดแน่นที่ดีขึ้น ซึ่งคณะผู้วิจัยได้อธิบายว่าเป็นเพราะสาร 4-META ช่วยส่งเสริมการแทรกซึมของมอนอเมอร์ ให้เข้าไปในผิวฟันได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ การปรับสภาพพื้นผิวของซีฟันปลอมอีกอย่างหนึ่งคือ การกรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอม การกรอนี้จะทำให้เกิดความหยาบ ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้กับฐานฟันปลอมในการยึดกับซีฟันปลอม และพื้นผิวที่หยาบนี้ จะทำให้มีค่าพลังงานอิสระที่พื้นผิว (surface free energy) สูงกว่าพื้นผิวที่เรียบ หรือไม่ได้รับการกรอ ทำให้ความสามารถในการเปียก (wettability) กับส่วนผสมของมอนอเมอร์-พอลิเมอร์ในวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกดีขึ้น ส่งผลให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเพิ่มขึ้น (Fletcher, *et al.*, 1985) โดยมีการศึกษาวิจัยที่สนับสนุนว่า การกรอพื้นผิวฟันช่วยเพิ่มการยึดแน่นได้คือ การศึกษาของ Civjan Huget และ de Simon (1972) ที่ใช้อะคริลิกชนิดบ่มได้เองมายึดกับซีฟันปลอมที่กรอ และไม่ได้กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือก จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิและความดันต่างๆ กัน 3 ระดับคือ ในกลุ่มที่ไม่ได้กรอซีฟันปลอม แบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 บ่มที่อุณหภูมิ 72 องศาฟาเรนไฮต์ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว กลุ่มที่ 2 บ่มที่อุณหภูมิ 150 องศาฟาเรนไฮต์ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และกลุ่มที่ 3 บ่มที่อุณหภูมิ 100 องศาฟาเรนไฮต์ ความดัน 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่วนในกลุ่มที่กรอพื้นผิวของซีฟันปลอม จะใช้แผ่นกรอคาร์บอรัมด์ัม (carborundum abrasive band) กรอส่วนพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออกเล็กน้อย เพื่อให้เกิดความหยาบของพื้นผิว ก่อนนำไปยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม จากนั้นแบ่งเป็น 3 กลุ่ม แล้วบ่มที่อุณหภูมิและความดันต่างๆ กัน 3 แบบเหมือนในกลุ่มที่ไม่ได้กรอพื้นผิวซีฟันปลอม จากนั้นนำไปทดสอบค่ากำลังแรงดึงตามข้อกำหนดเลขที่ 15 ของสมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา จากผลการทดสอบพบว่า ซีฟันปลอมที่ได้รับการกรอที่พื้นผิว ให้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นกับอะคริลิกสูงกว่าซีฟันปลอมที่ไม่ได้กรอที่พื้นผิว เมื่อบ่มที่อุณหภูมิและความดันที่เท่ากัน

นอกจากนี้ ในการศึกษาของ Fletcher และคณะ (1985) ได้ทำการทดลองโดยใช้อะคริลิก

ชนิดบ่มด้วยความร้อน มายึดกับซีฟันปลอมที่ได้รับการกรอและไม่ได้รับการกรอที่พื้นผิวด้านประชิดสันเหงือก แล้วจึงนำไปทดสอบความแข็งแรงของการยึดแน่นโดยใช้การทดสอบแรงดึง และแรงเฉือน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบที่ ($p < 0.01$) พบว่า ซีฟันปลอมที่กรอพื้นผิวให้หยาบให้การยึดแน่นกับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนดีกว่าซีฟันปลอมที่ไม่ได้กรอ แต่จากการศึกษาในปี ค.ศ.1990 ของ Geerts และ Jooste ที่ทำการทดลองโดยแบ่งซีฟันปลอมอะคริลิกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 15 ซี ฟันกลุ่มที่ 1 ไม่มีการปรับสภาพผิวฟันก่อนการยึดกับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน กลุ่มที่ 2 ไม่มีการปรับสภาพผิวฟันก่อนการยึดกับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยคลื่นไมโครเวฟ กลุ่มที่ 3 ปรับสภาพผิวฟันโดยการทาด้วยมอนอเมอร์ก่อนจะยึดกับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยคลื่นไมโครเวฟ และกลุ่มที่ 4 ปรับสภาพผิวฟันให้หยาบโดยใช้ผงอลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน ฟันลงบนผิวฟันก่อนจะยึดกับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยคลื่นไมโครเวฟ แล้วนำขึ้นตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือน นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance) พบว่า ซีฟันปลอมที่ไม่มีการปรับสภาพผิวฟันและซีฟันปลอมที่มีพื้นผิวที่หยาบจากการพ่นผงอลูมิเนียมออกไซด์ให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นกับฐานฟันปลอมอะคริลิกไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ในเวลาต่อมา Cunningham และ Benington (1996) ได้ทดสอบหาความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมชนิดมีสารเชื่อมขวาง กับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เมื่อซีฟันปลอมเหล่านี้ได้รับการปรับสภาพพื้นผิวโดยวิธีต่างๆ 4 วิธีคือ วิธีที่ 1 การกรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือก ออก 0.5 มิลลิเมตร วิธีที่ 2 ปรับสภาพพื้นผิวโดยการทำร่องยึดกว้าง 3 มิลลิเมตร ลึก 2 มิลลิเมตร บนด้านประชิดสันเหงือก วิธีที่ 3 มีการปนเปื้อนของสารคั่นกลางบนด้านประชิดสันเหงือก และวิธีที่ 4 มีการปนเปื้อนของซีฟันบนด้านประชิดสันเหงือก ก่อนที่จะนำซีฟันปลอมมายึดกับฐานฟันปลอมอะคริลิก แล้วนำไปทดสอบกำลังแรงดึง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การปรับสภาพพื้นผิวโดยวิธีการกรอพื้นผิวของซีฟันปลอมไม่ได้ทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นแตกต่างจากวิธีการปรับสภาพพื้นผิวแบบอื่นๆ ยกเว้นซีฟันปลอมที่มีการปนเปื้อนซีฟันเท่านั้นที่ทำให้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นกับวัสดุอะคริลิกลดลง ($p = 0.0001$)

ในการหาค่าความแข็งแรงของการยึดแน่น ระหว่างวัสดุฐานฟันปลอมอะคริลิกกับซีฟันปลอมที่ได้รับการกรอพื้นผิวออกเพียงเล็กน้อยเพื่อให้เกิดความหยาบ และซีฟันปลอมที่ไม่ได้รับการกรอ นั้น เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงของการยึดแน่นในซีฟันปลอมที่ทำจากวัสดุชนิดเดียวกันที่มีความหยาบของพื้นผิวต่างกันเท่านั้น แต่จากการที่ซีฟันปลอมที่ผลิตขึ้นมานั้น นอกจากจะผลิตขึ้นจากพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ไม่มีสารเชื่อมขวาง ซึ่งมีคุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่ำ ยังมีซีฟันปลอมที่ผลิตจากพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีสารเชื่อมขวางเพื่อหวังผลในด้านความแข็งแรงและความต้านทานการสึกมากขึ้น โดยที่ซีฟันปลอมที่มีสารเชื่อมขวางเหล่านี้บาง

ชนิดจะมีสารเชื่อมขวางกระจายตัวไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งซีฟัน หรือบางชนิดมีลักษณะแบบอัดหลายชั้น ซึ่งแต่ละชั้นเป็นวัสดุที่ต่างชนิดกัน เพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน เช่น ด้านการบดเคี้ยวต้องการวัสดุที่แข็งแรงทนต่อการสึก ด้านประชิดสันเหงือกต้องการวัสดุที่ให้การยึดแน่นกับวัสดุทำฐานฟันปลอมได้ดี จึงมีประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจคือ การที่มีการกรอพื้นผิวของด้านประชิดสันเหงือกออกไปทั้งหมดจนถึงชั้นวัสดุด้านในของซีฟันปลอม ก่อนที่จะนำไปยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม จะมีผลอย่างไรต่อความแข็งแรงของการยึดแน่น เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ไม่ได้กรอเอาด้านประชิดสันเหงือกออกไป ประกอบกับการวิจัยก่อนหน้านี้ ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตัดพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอมออก ก็มีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อศึกษาผลกระทบของการทำให้พื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกมีความหยาบต่อค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก แต่ยังไม่มียางานใดที่ได้ศึกษาถึงความแตกต่างของความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมที่ไม่ได้ตัดด้านประชิดสันเหงือกออกกับซีฟันปลอมที่ตัดด้านประชิดสันเหงือกออก เมื่อนำมายึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก การทดลองนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อทดสอบหาค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างฐานฟันปลอมอะคริลิกกับระดับชั้นต่างกันของซีฟันปลอมอะคริลิก โดยการทดสอบความทนแรงดึง และคาดว่าจะสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิก ในกรณีที่ต้องมีการกรอพื้นก่อนการเรียงฟัน โดยการเลือกชนิดของซีฟันปลอมที่ใช้ในการเรียงฟัน ให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นที่ดีกับฐานฟันปลอม

อนึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ ทำขึ้นด้วยความรอบคอบเพื่อลดผลกระทบอื่นที่มีผลต่อการวัดค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอม เช่นการไม่ใช้ซีฟันที่อาจเหลือตกค้างบนผิวฟัน การควบคุมไม่ให้ตัวคั่นกลางมาสัมผัสพื้นผิวของซีฟันปลอม และการควบคุมให้ได้พื้นที่ผิวของการยึดแน่นระหว่างซีฟันปลอมกับฐานฟันปลอมเท่ากันในทุกชิ้นทดสอบ เพื่อให้ค่าความแข็งแรงของการยึดแน่นที่หาได้เป็นผลจากการกรอตัดพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออกเพียงอย่างเดียว ทำให้การวิจัยครั้งนี้ ถึงแม้จะเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) แต่ก็สามารถนำผลการทดลองมาช่วยในการตัดสินใจในการเลือกซีฟันปลอมในกรณีที่ต้องกรอพื้นออกมาก เพื่อนำมายึดกับฐานฟันปลอมแล้วยังคงได้ความแข็งแรงในการยึดแน่นที่ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อความทนแรงดึงของซีฟันปลอมอะคริลิก กับฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนเมื่อมีการกรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอมในระดับต่างกัน โดยศึกษาจากซีฟันปลอม 4 ชนิด แต่ละชนิดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 ซี ดังนี้ 1) กลุ่มควบคุมมีการกรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตรเพื่อให้พื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกมีความเรียบและขนานกับแนวระนาบ กับ 2) กลุ่มทดลองซึ่งกรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร นำซีฟันปลอมทั้งหมดมายึดติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน

หลังจากนั้นนำซีฟันปลอมที่ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมแล้วไปแช่ไว้ในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปทดสอบค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบสากล (universal testing machine, Instron, model 5583, Instron Corp., Canton, MA, USA.) ที่มีอัตราเร็วของหัวดึง (cross head speed) เท่ากับ 0.254 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งซีฟันปลอมหลุดจากวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก บันทึกค่าแรงนั้นด้วยหน่วยนิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปาสคาล จากนั้นจึงหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความทนแรงดึงระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซีฟันปลอมชนิดเดียวกัน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ทีเทสต์ (student's t test) ส่วนการหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความทนแรงดึงภายในกลุ่มเดียวกัน ในซีฟันปลอมต่างชนิดกัน นั้น ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มโดยวิธีการทดสอบทูกีย์ (Tukey's test)

การเลือกซีฟันปลอม

ซีฟันปลอมที่ใช้ในการทดลองคือฟันหน้าบนจำนวน 240 ซี (40 แถว 6ซี/แถว) ซีฟันปลอมทุกซีเมื่อกรอแต่งผิวฟันแล้วด้านประชิดสันเหงือกต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร โดยแบ่งเป็นซีฟันปลอมต่างชนิดกัน 4 ชนิด (รูปที่ 1) คือชนิดที่ 1 เป็นซีฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (linear polymethyl methacrylate, Major Dent, no. 45, shade 4 F, Major Prodotti Dentari, Italy) (M) ชนิดที่ 2 เป็นซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (3 layers of linear polymethyl methacrylate, Basic, no. A12, shade A3, Heracus Kulzer, Germany) (B) ชนิดที่ 3 เป็นซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา (3 layers of cross-linked polymethyl methacrylate with silica

filler, Endura, no. HS6, shade A3, Shofu, Japan) (E) และชนิดที่ 4 เป็นซีฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต (4 layers of copolymer between methyl methacrylate and dimethacrylate, SR Vivodent PE, no. A17, shade A3, Ivoclar, Liechtenstein) (S) แต่ชนิดประกอบด้วยซีฟันปลอมจำนวน 60 ซี่ (10 แถว) เพื่อใช้เป็นซีฟันต้นแบบในการสร้างแบบหล่อของกลุ่มควบคุมในภาชนะหล่อแบบฟัน 6 ซี่ (1 แถว) และซีฟันต้นแบบ ในการสร้างแบบหล่อของกลุ่มทดลองในภาชนะหล่อแบบฟัน 6 ซี่ (1 แถว) ซีฟันในกลุ่มควบคุม 24 ซี่ (N = 24) และซีฟันในกลุ่มทดลอง 24 ซี่ (N = 24) (รูปที่ 2)

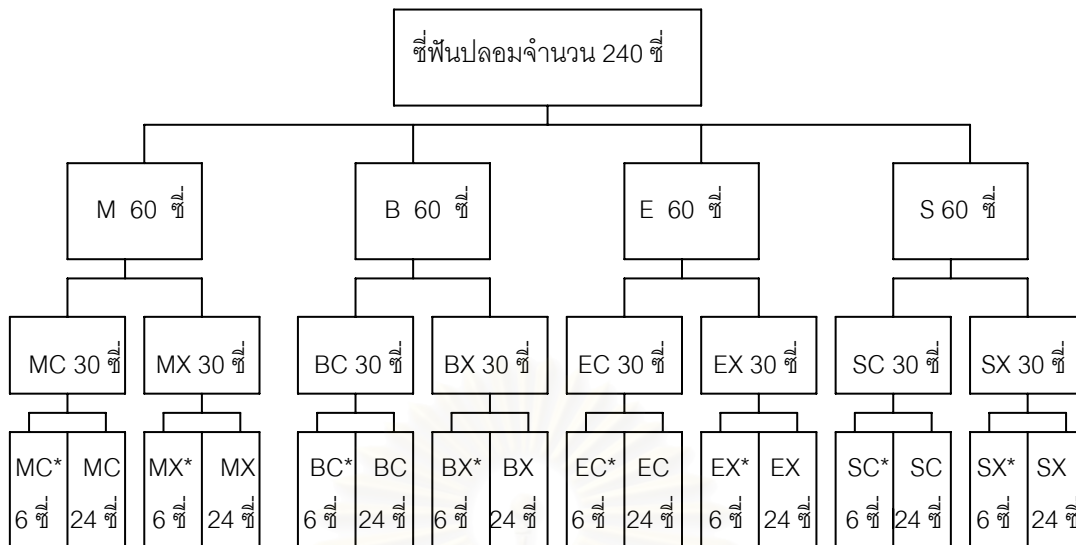


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ซีฟันปลอมทั้ง 4 ชนิด

- มูมบนซ้าย คือ ซีฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (linear polymethyl methacrylate, Major Dent, M)
- มูมบนขวา คือ ซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (3 layers of linear polymethyl methacrylate, Basic, B)
- มูมล่างซ้าย คือ ซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา (3 layers of cross-linked polymethyl methacrylate with silica filler, Endura, E)
- มูมล่างขวา คือ ซีฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต (4 layers of copolymer between methyl methacrylate and dimethacrylate, SR Vivodent PE, S)

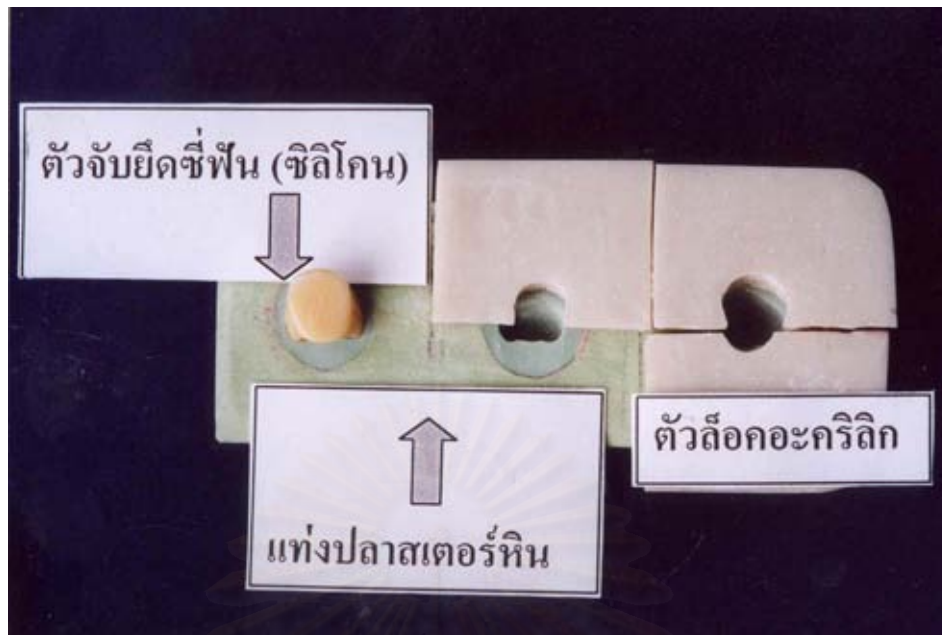


- M - ที่พื้นปloomพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น
- B - ที่พื้นปloomแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น
- E - ที่พื้นปloomแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิดิกา
- S - ที่พื้นปloomแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหรับพื้นผิวของเมทิลเมทาคริเลตกับ ไดเมทาคริเลต
- C* - ที่พื้นปloomต้นแบบในการสร้างแบบหล่อของกลุ่มควบคุม
- C - ที่พื้นปloomในกลุ่มควบคุม
- X* - ที่พื้นปloomต้นแบบในการสร้างแบบหล่อของกลุ่มทดลอง
- X - ที่พื้นปloomในกลุ่มทดลอง

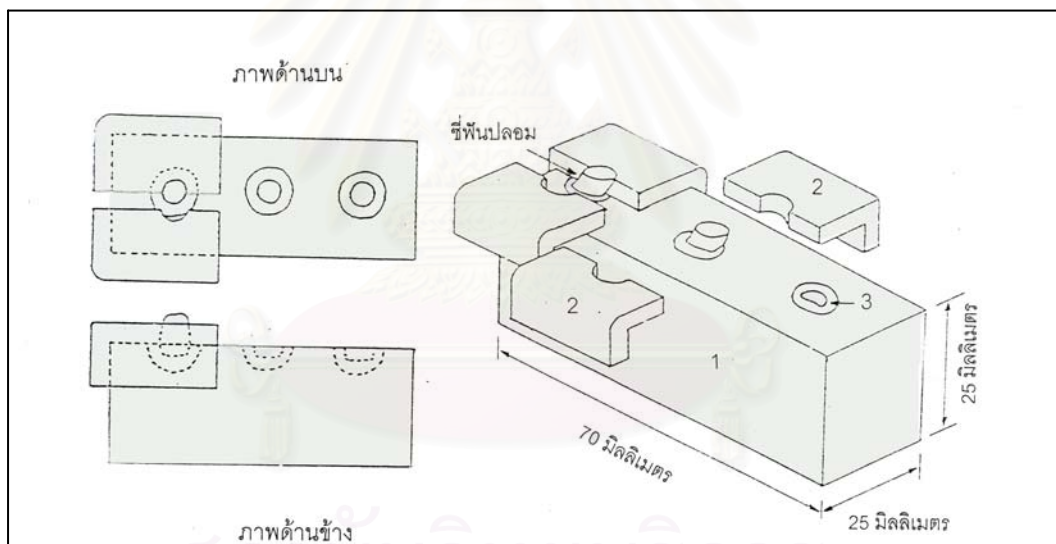
รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงการแบ่งกลุ่มของที่พื้นปloomแต่ละชนิด

การเตรียมพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมก่อนการยึดกับฐานฟันปลอม

เนื่องจากการทดลองต้องมีการรอกแต่งด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมสำเร็จรูปทั้ง 4 ชนิด ดังนั้นจึงต้องสร้างแบบจับยึดซี่ฟันปลอม เพื่อช่วยให้สามารถรอกฟันแล้วได้ซี่ฟันปลอมที่มีลักษณะเหมือนกัน (รูปที่ 3) แบบจับยึดนี้ทำขึ้นมาเฉพาะสำหรับซี่ฟันปลอมแต่ละชนิด ประกอบด้วยแท่งพลาสติกเรซิน (stone jig) ขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 70 มิลลิเมตรและสูง 25 มิลลิเมตร มีซิลิโคนเป็นตัวจับยึดขอบด้านตัด (incisal edge) ของซี่ฟันปลอมแต่ละซี่ เมื่อใส่ซี่ฟันปลอมลงบนตัวจับซิลิโคนนี้จะทำให้ด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมหงายขึ้นด้านบน และมีตัวยึดซี่ฟันปลอมที่ทำจากอะคริลิกชนิดบ่มได้เอง (Formatray, Kerr Corp., Romulus, MI, USA.) เป็นอุปกรณ์ในการยึดซี่ฟันปลอมให้อยู่กับที่ในขณะที่รอก ตัวยึดซี่ฟันปลอมนี้ทำขึ้นเฉพาะสำหรับซี่ฟันปลอมแต่ละซี่ ประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชิ้น เมื่อประกบทั้ง 2 ชิ้นเข้าด้วยกันบนแท่งพลาสติกเรซินจะมีช่องตรงกลางระหว่างตัวยึดซี่ฟันปลอมทั้งสองชิ้น เพื่อใช้ยึดซี่ฟันปลอมที่ใส่ไว้บนตัวจับซิลิโคน และตัวยึดซี่ฟันปลอมที่ทำขึ้นนี้มีความหนาต่างกันหลายระดับ ทำให้เมื่อประกบเข้ากับซี่ฟันปลอมแต่ละซี่ ด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมจะอยู่เหนือผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมในระดับที่ต่างกัน ซึ่งผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมนี้เป็นตัวกำหนดระยะการรอกด้านประชิดสันเหงือกของฟันแต่ละซี่ คือ เมื่อรอกซี่ฟันปลอมจนชิดผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมก็หยุดรอก โดยแบบจับยึด 1 ชุด ใช้จับยึดซี่ฟันปลอม 3 ซี่คือ ฟันตัดซี่กลาง ฟันตัดซี่ข้าง และฟันเขี้ยว ดังนั้น ในซี่ฟันปลอมแต่ละชนิด (ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคลิเลตชนิดเส้น ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคลิเลตชนิดเส้น ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคลิเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอุดแทรกซิลิกา ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคลิเลตกับไดเมทาคลิเลต) ต้องทำแบบจับยึดจำนวน 4 ชุด คือแบบจับยึดสำหรับซี่ฟันปลอมกลุ่มควบคุม 2 ชุดเพื่อยึดฟันตัดซี่กลาง ฟันตัดซี่ข้างและฟันเขี้ยว ข้างซ้าย 1 ชุดและยึดฟันตัดซี่กลาง ฟันตัดซี่ข้าง ฟันเขี้ยวข้างขวาอีก 1 ชุด และแบบจับยึดของซี่ฟันปลอมกลุ่มทดลองอีก 2 ชุดเช่นกัน



A



B

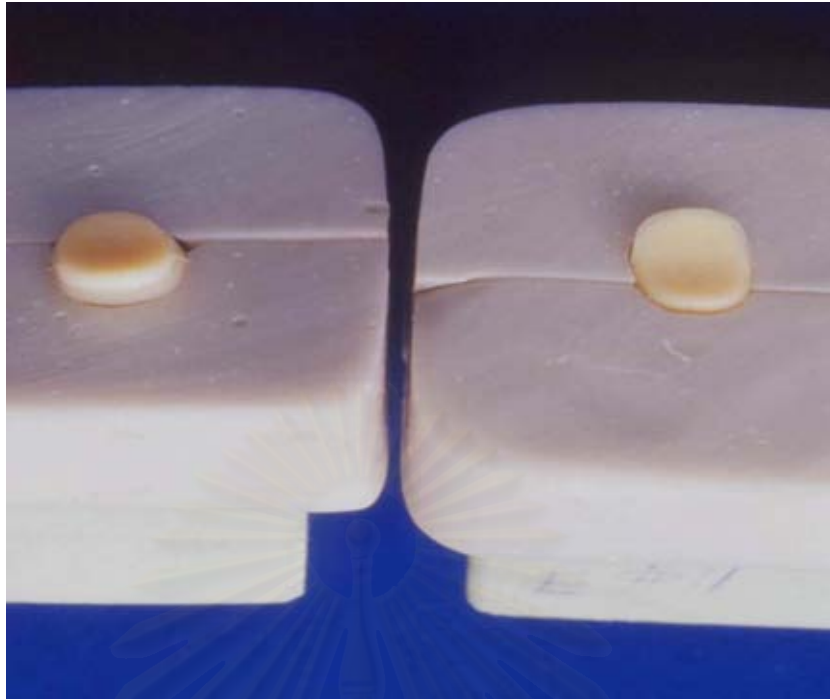
รูปที่ 3 แบบจับยึดซีพินปลอม

A ประกอบด้วย แท่งพลาสติกเทอร์นิน ตัวยึดซีพินปลอม (อะคริลิก) และตัวจับซิลิโคน

B ภาพลายเส้นแสดงส่วนประกอบและขนาดของแบบจับยึดซีพินปลอมประกอบด้วย

1) แท่งพลาสติกเทอร์นิน 2) ตัวยึดซีพินปลอม (อะคริลิก) 3) ตัวจับซิลิโคน

กลุ่มควบคุมของซีฟันปลอมแต่ละชนิดประกอบด้วยซีฟันปลอมต้นแบบในการสร้างแบบหล่อของกลุ่มควบคุมจำนวน 6 ซีและซีฟันปลอมในกลุ่มควบคุมจำนวน 24 ซี เมื่อวางลงในแบบจับยึดแล้ว พื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอมจะอยู่เหนือพื้นผิวด้านบนของตัวลึคอะคริลิก 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 4) ในส่วนของซีฟันปลอมกลุ่มทดลองซึ่งประกอบด้วยซีฟันปลอมต้นแบบในการสร้างแบบหล่อของกลุ่มทดลองจำนวน 6 ซีและซีฟันปลอมในกลุ่มทดลองจำนวน 24 ซีเช่นกัน ในกลุ่มนี้ต้องกรอด้านประชิดสันเหงือกออก แต่เนื่องจากซีฟันปลอมแต่ละชนิดนั้น มีพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกที่มีความหนาต่างกัน จึงต้องมีการตรวจสอบความหนาด้านประชิดสันเหงือกก่อน โดยการตัดแบ่งครึ่งซีฟันปลอมออกตามแนวแกนฟันด้วยแผ่นกรอคาร์บอนรัมม์ (carborundum disk No. 17, S.S. White, USA.) และขัดด้วยกระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide no. 1000) (รูปที่ 5 และ 6) จากนั้นส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสโคป (Stereoscope, Olympus model 8M00733 Olympus Optical Co., Tokyo, Japan) กำลังขยาย 40 เท่า (รูปที่ 7) เพื่อตรวจสอบชั้นความหนาของด้านประชิดสันเหงือกที่ต้องกรอออก พบว่าด้านประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอมแต่ละชนิด มีความหนาแตกต่างกันดังนี้ ซีฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นมีลักษณะการกระจายตัวของวัสดุอะคริลิกสม่ำเสมอเท่ากันตลอดทั้งซี ซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นมีด้านประชิดสันเหงือกหนา 3 มิลลิเมตร ซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา มีด้านประชิดสันเหงือกที่หนามากเกือบเต็มซีฟัน ซีฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตมีด้านประชิดสันเหงือกหนา 4 มิลลิเมตร (รูปที่ 8-11) จึงกำหนดระยะความหนาที่ต้องกรอออกเท่ากับ 4 มิลลิเมตรเท่ากันหมดในซีฟันปลอมทุกชนิด



รูปที่ 4 ด้านซ้ายแสดงพื้นผิวด้านประชิดสันเหือกของซีฟีนปลอมกลุ่มทดลองที่อยู่เหนือผิว
 ด้านบนของตัวยึดซีฟีนปลอมอะคริลิก 4 มิลลิเมตร และด้านขวาแสดงพื้นผิวด้านประชิดสัน
 เหือกของซีฟีนปลอมกลุ่มควบคุมที่อยู่เหนือผิวด้านบนของตัวยึดซีฟีนปลอมอะคริลิก 1
 มิลลิเมตร

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 ซี่ฟันปลอมก่อนตัดแบ่งครึ่ง



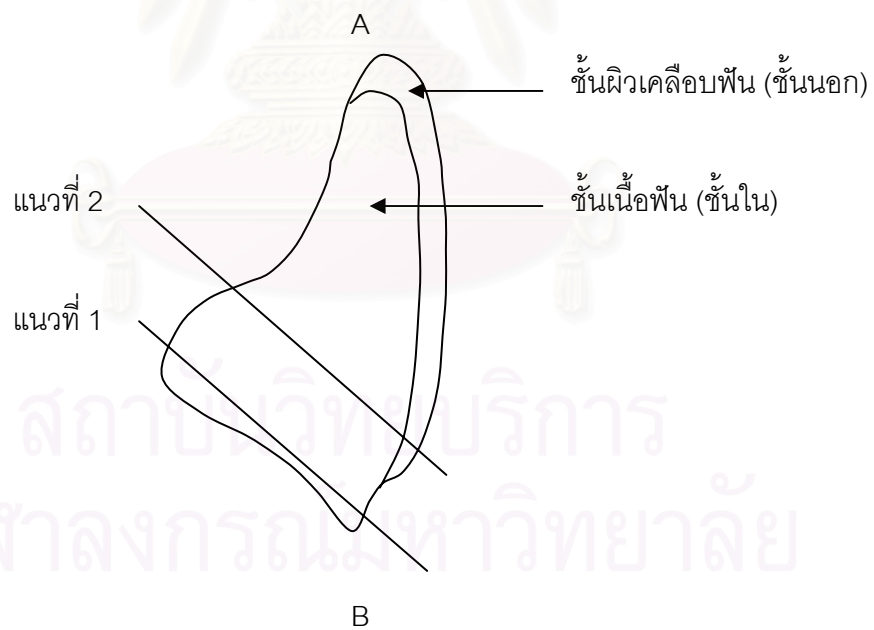
รูปที่ 6 ซี่ฟันปลอมหลังการตัดแบ่งครึ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7 กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอโคป (stereoscope, Olympus model 8M00733)

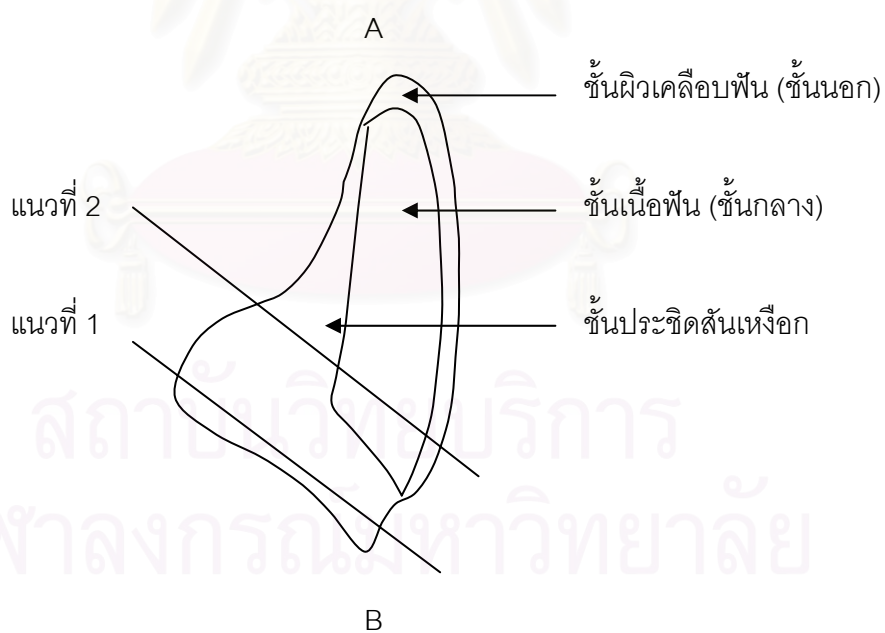
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8 ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลเลตชนิดเส้น

A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง

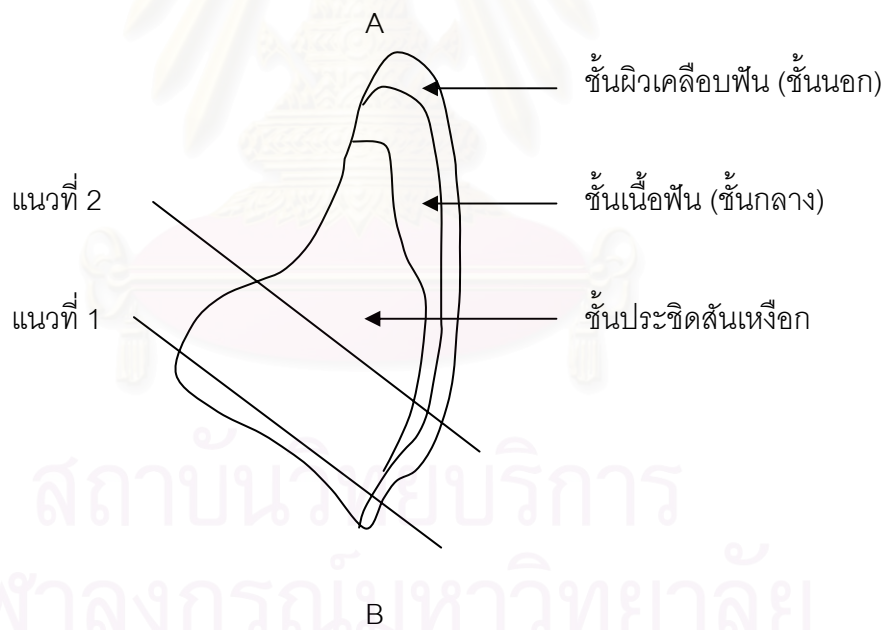
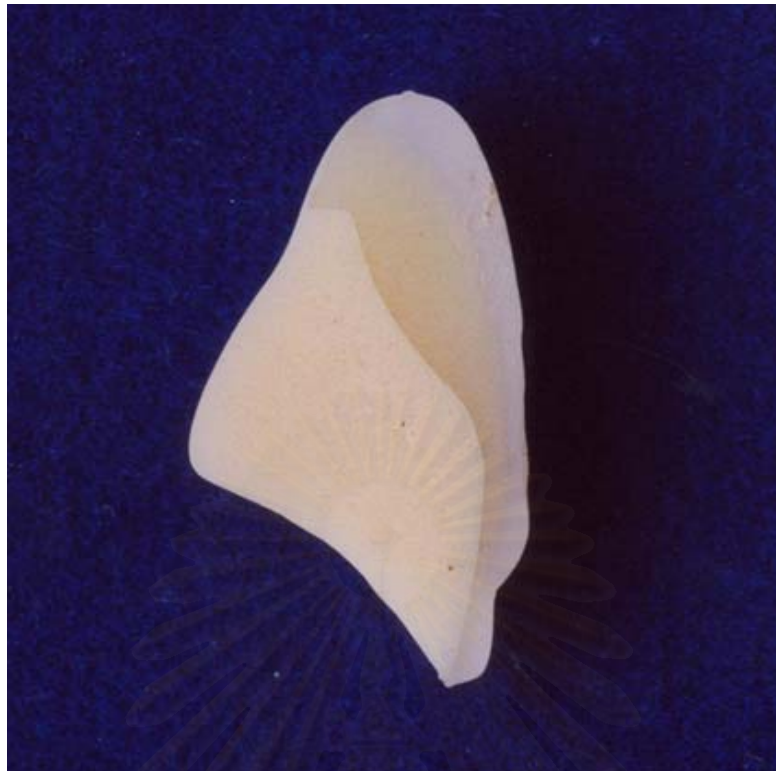
B ภาพฉายเส้นแสดงชั้นของซี่ฟันปลอมจำนวน 2 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน (ชั้นนอก) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นใน) และระยะที่ก่อดัดฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง)



รูปที่ 9 ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น

A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง

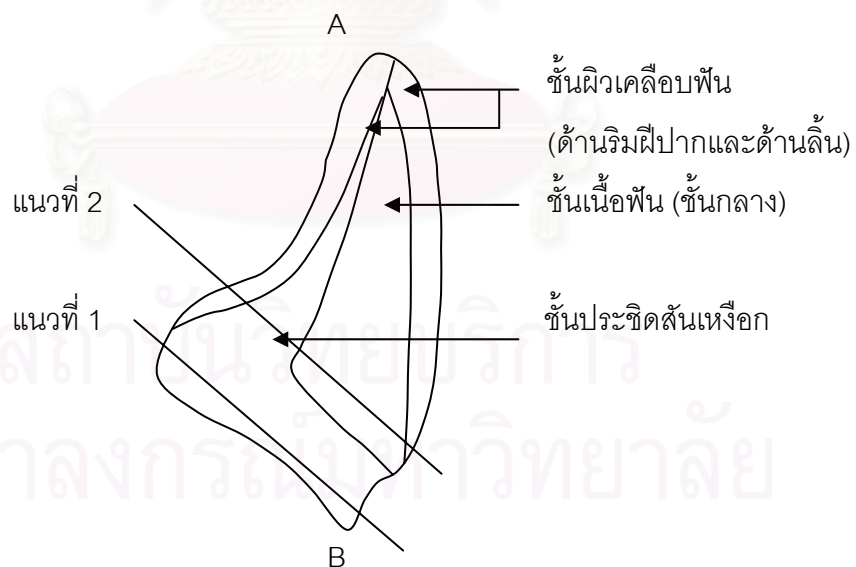
B ภาพลายเส้นแสดงชั้นของซี่ฟันปลอมจำนวน 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน (ชั้นนอก) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นกลาง) ชั้นประชิดสันเหงือก และระยะที่กรอตัดฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง)



รูปที่ 10 ซีฟันทูลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา

A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง

B ภาพฉายเส้นแสดงชั้นของซีฟันทูลอมจำนวน 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน (ชั้นนอก) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นกลาง) ชั้นประชิดสันเหงือก และระยะที่กรอดตัดฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง)

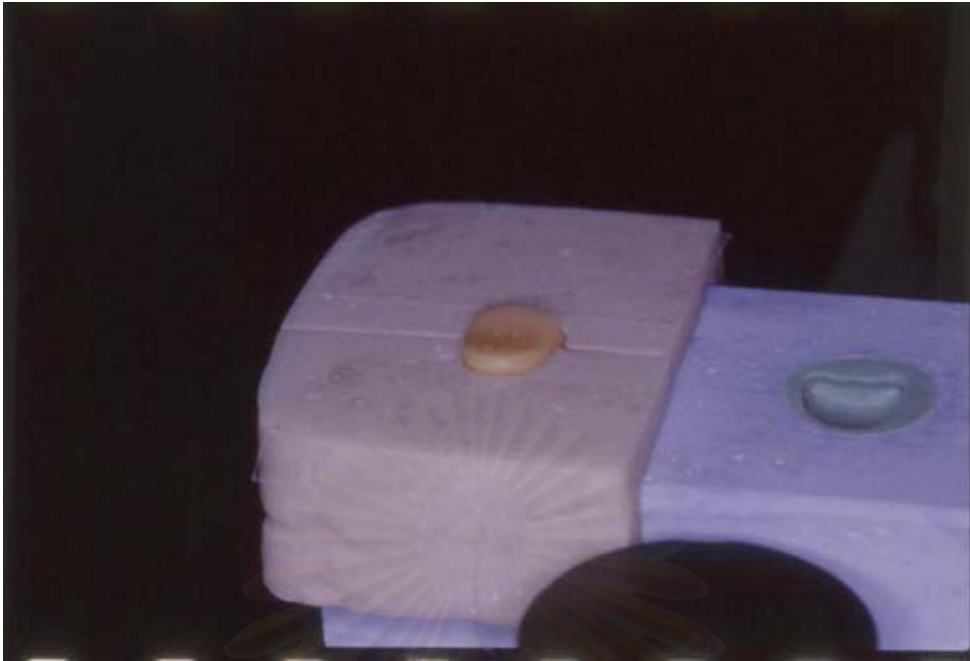


รูปที่ 11 ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

A เมื่อตัดแบ่งครึ่ง

B ภาพฉายเส้นแสดงชั้นของซี่ฟันปลอมจำนวน 4 ชั้น ประกอบด้วยชั้นผิวเคลือบฟัน 2 ชั้น (ด้านริมฝีปากและด้านลิ้น) ชั้นเนื้อฟัน (ชั้นกลาง) ชั้นประชิดสันเหงือก และระยะที่กรอดัดฟัน (แนวที่ 1 กลุ่มควบคุม แนวที่ 2 กลุ่มทดลอง)

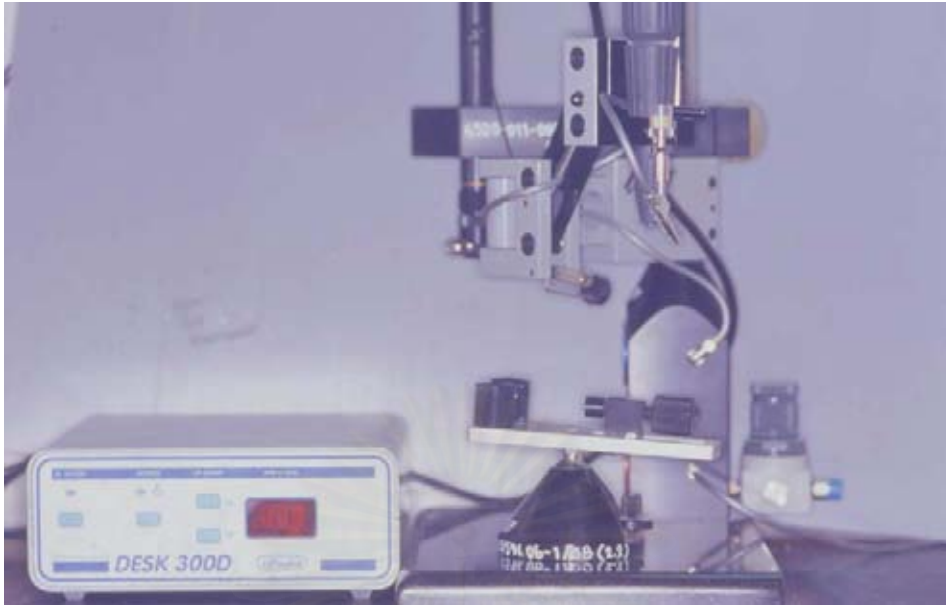
ประดิษฐ์ตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิกที่มีระดับความหนาของอะคริลิกต่างกัน สัมพันธ์กับ ชนิดและตำแหน่งของฟันแต่ละซี่ โดยในกลุ่มควบคุมเมื่อประกบตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิกเข้ากับซี่ ฟันปลอมในกลุ่มนี้ ด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมแต่ละซี่จะมีความสูงเหนือระดับผิวด้าน บนของตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิก 1 มิลลิเมตร ส่วนซี่ฟันปลอมในกลุ่มทดลอง เมื่อประกบตัวยึดซี่ ฟันปลอมอะคริลิกเข้ากับซี่ฟันปลอมในกลุ่มนี้ ด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมแต่ละซี่จะมีความ สูงเหนือระดับผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิก 4 มิลลิเมตร เท่ากับระยะที่ตรวจสอบ จากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสโคป ซึ่งระดับพื้นผิวของตัวยึดอะคริลิกนี้ จะเป็นตัวกำหนดระยะ ที่จะต้องกรอดัดผิวฟันด้านประชิดสันเหงือก คือ เมื่อกรอดัดด้วยหัวกรอจนหัวกรอชิดกับพื้นผิวของ ตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิกจึงหยุดกรอ ทำให้ได้ซี่ฟันปลอมในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่เหมือนกัน ก่อนการกรอฟัน จะใช้เทปกาวใสมาติดที่ผิวด้านบนของตัวยึดซี่ฟันปลอมอะคริลิก (รูปที่ 12) เพื่อ เป็นจุดสังเกตและป้องกันการกรอถูกผิวอะคริลิก จากนั้นใช้หัวกรอหินสีเขียวรูปจานแบบหนา (green stone disc, 120 fine, no. WH6, Shofu, Japan) (รูปที่ 13) ยึดเข้ากับเครื่องกลึง (minicruise 420 Silfradent, Italy) ที่ต่อเข้ากับเครื่องกรอไมโครมอเตอร์ (Desk 300D Silfradent, Italy) (รูปที่ 14) กรอแต่งพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมออกจนหัวกรอชิดกับเทปกาว ใสจึงหยุดกรอ (รูปที่ 15 และ 16) โดยที่ความเร็วในการหมุนหัวกรอเท่ากับ 10,000 รอบ/นาที กรอ ไปในทิศทางเดียวกันโดยตลอด ในขณะที่กรอจะเป่าบริเวณที่กรอด้วยลมความดัน 2.0 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว เพื่อไม่ให้พื้นผิวบริเวณที่กรอมีความร้อนสูงซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของวัสดุอะคริลิกที่ใช้ทำ ซี่ฟันปลอมเปลี่ยนแปลงไปได้ และทำการเปลี่ยนหัวกรอทุกครั้งเมื่อกรอฟันไป 6 ซี่ ในกรณีที่กรอ โดนเทปกาวใส ก็จะทำกรอเปลี่ยนเทปกาวใหม่ทุกครั้ง การกรอซี่ฟันปลอมแต่ละชนิดเป็นการกรอซี่ ฟันปลอมในกลุ่มควบคุมจำนวน 30 ซี่ (5 แผง) เพื่อใช้เป็นซี่ฟันต้นแบบของกลุ่มควบคุมในการสร้าง แบบหล่อจำนวน 6 ซี่ (ฟันตัดซี่กลาง ฟันตัดซี่ข้างและฟันเขี้ยว ข้างซ้ายและขวา คือฟันหน้าบน 1 แผง) และกลุ่มควบคุมจำนวน 24 ซี่ (4 แผง) ส่วนการกรอซี่ฟันปลอมของกลุ่มทดลองก็จะใช้ซี่ฟัน ปลอมทั้งหมด 30 ซี่ (5 แผง) เช่นกัน เพื่อใช้เป็นซี่ฟันต้นแบบของกลุ่มทดลองในการสร้างแบบหล่อ จำนวน 6 ซี่ (1 แผง) และกลุ่มทดลองจำนวน 24 ซี่ (4 แผง) (รูปที่ 16) (ซี่ฟันปลอมต้นแบบทั้งใน กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองจะใช้สำหรับการสร้างแบบหล่อในภาชนะหล่อแบบฟันของฟันแต่ละซี่ เท่านั้น แต่เมื่อนำวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกมายึดกับซี่ฟันปลอม ก็จะเปลี่ยนเอาซี่ฟันปลอมใน กลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลองมาใช้แทน)



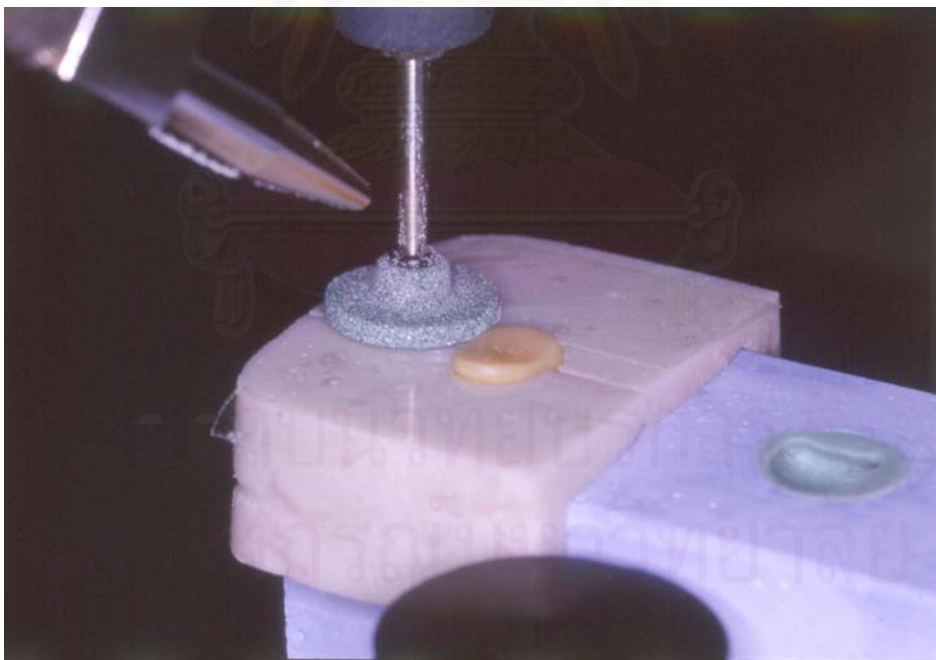
รูปที่ 12 ตัวยึดอะคริลิกที่ติดเทปกาวใสก่อนทำการกรอซี่ฟันปลอม



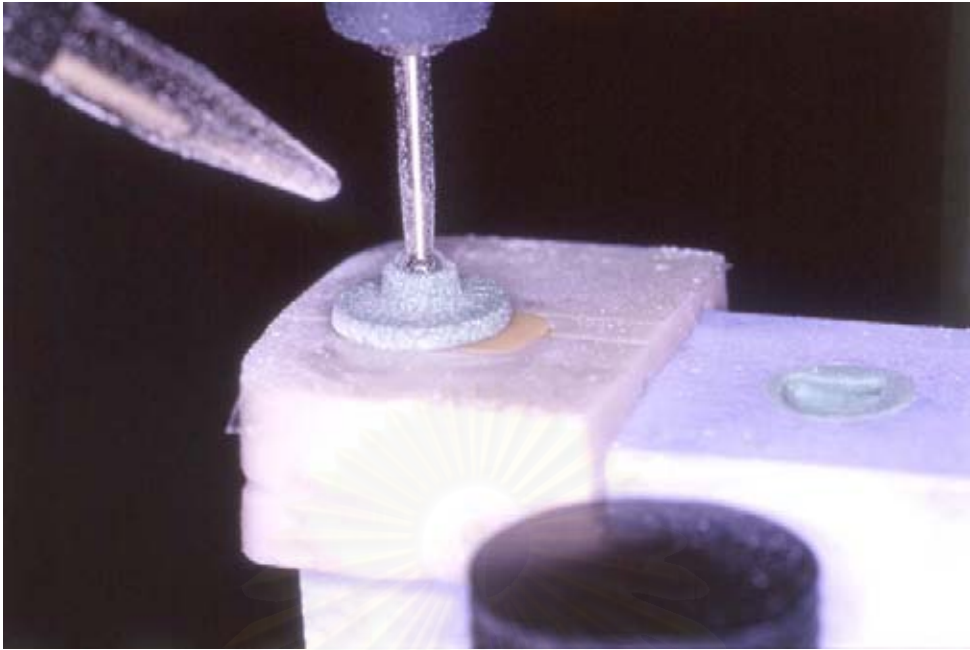
รูปที่ 13 หัวกรอหินสีเขียวรูปจานแบบหนาที่ใช้กรอตัดพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอม



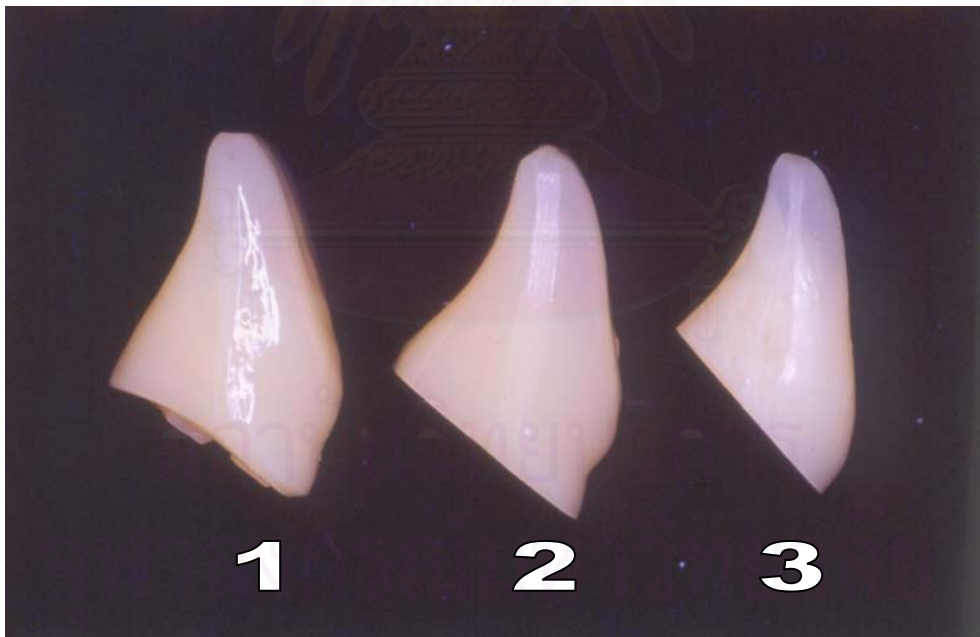
รูปที่ 14 เครื่องกลึงต่อเข้ากับเครื่องกรอไมโครเมตร



รูปที่ 15 ขณะกรอด้านประชิดสันเหือกของซีพินปลอม



รูปที่ 16 เมื่อหัวกรอชิดกับเทพกาวใสจะหยุดกรอ

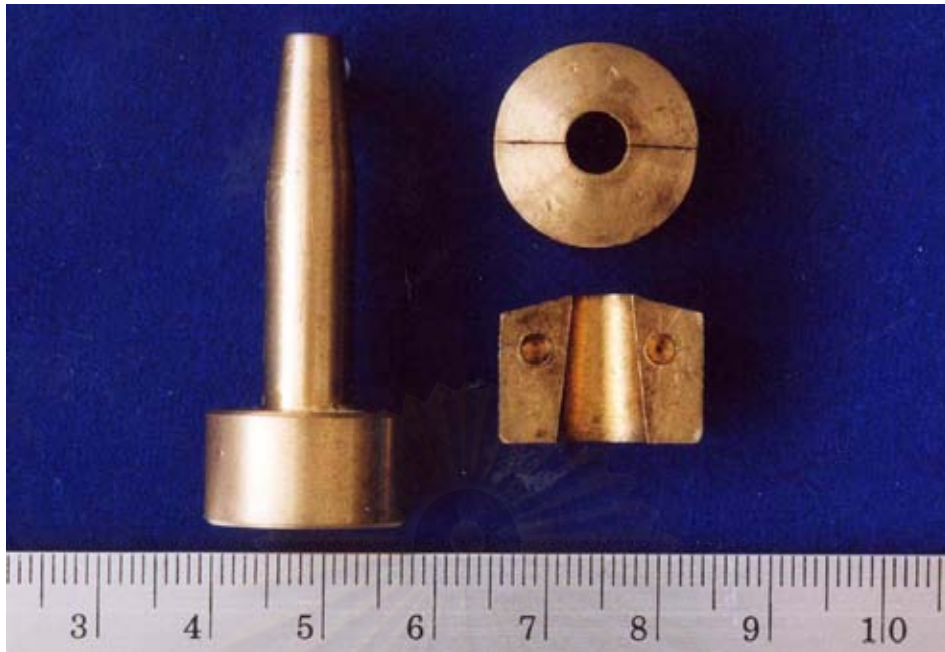


รูปที่ 17 ซี่ฟันปลอม(1) ก่อนกรอ (2) หลังกรอของกลุ่มควบคุม และ(3)หลังกรอของกลุ่มทดลอง

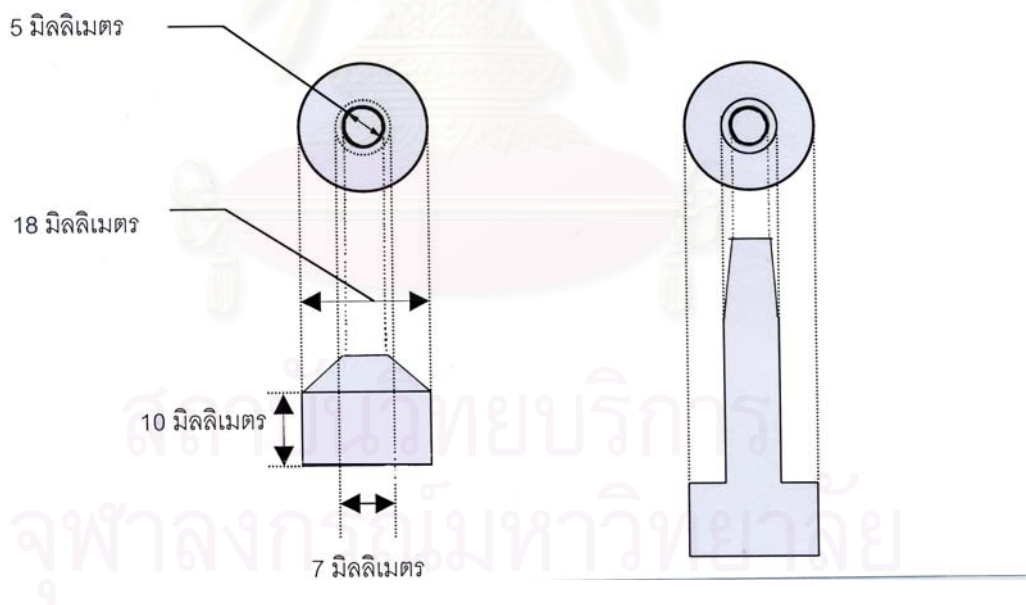
การยึดซีฟ้นปลอมเข้ากับวัสดุทำฐานฟ้นปลอมอะคริลิก

การควบคุมให้พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างซีฟ้นปลอมกับฐานฟ้นปลอมอะคริลิกในขั้นตอนสอบเท่ากันทุกชิ้นนั้น จำเป็นต้องมีชิ้นงานทองเหลืองสำหรับช่วยในการสร้างแบบอัดอะคริลิกในภาชนะหล่อแบบฟ้น โดยชิ้นงานทองเหลืองแต่ละชุดประกอบด้วย ปลอกทองเหลือง และก้านทองเหลือง (รูปที่ 18) ปลอกทองเหลืองนี้สามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้ภายหลังการบ่มวัสดุทำฐานฟ้นปลอมแล้วสามารถแยกปลอกทองเหลืองออกจากกันเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยต่อระหว่างซีฟ้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟ้นปลอมได้ และเมื่อประกบทั้ง 2 ส่วนนี้เข้าด้วยกันแล้ว จะมีลักษณะเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร สูง 10 มิลลิเมตร และมีรูกลวงตรงกลาง โดยบริเวณรูด้านบนของปลอกทองเหลืองนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จากนั้นค่อยๆ ผายออกจนถึงบริเวณฐานของปลอกทองเหลือง ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 7 มิลลิเมตร ในส่วนขอบด้านบนของรูกลวงตรงกลางมีลักษณะเอียงลงไปหาขอบของปลอกทองเหลืองเป็นมุม 15 องศา (รูปที่ 19) ลักษณะของขอบที่เอียงลงนี้ ช่วยป้องกันไม่ให้อันประชิดสันเหือกของซีฟ้นปลอมที่อยู่นอกพื้นที่รูกลวงตรงกลางสัมผัสกับผิวรอบนอกของรูกลวง ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่แนบสนิทระหว่างขอบบนของรูกลวงกับพื้นผิวด้านประชิดสันเหือกของซีฟ้นปลอม ซึ่งความไม่แนบสนิทนี้มีผลทำให้ในขณะที่อัดวัสดุทำฐานฟ้นปลอมมายึดกับซีฟ้นปลอม วัสดุทำฐานฟ้นปลอมจะไหลแผ่เกินออกมานอกพื้นที่รูกลวง ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างซีฟ้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟ้นปลอมในขั้นตอนสอบแต่ละชิ้นไม่เท่ากันได้ ในส่วนของก้านทองเหลืองมีความยาว 43 มิลลิเมตร ส่วนฐานมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 18 มิลลิเมตร ส่วนปลายสอดเข้าและสามารถใส่เข้าได้พอดีกับรูของปลอกทองเหลือง (รูปที่ 20)

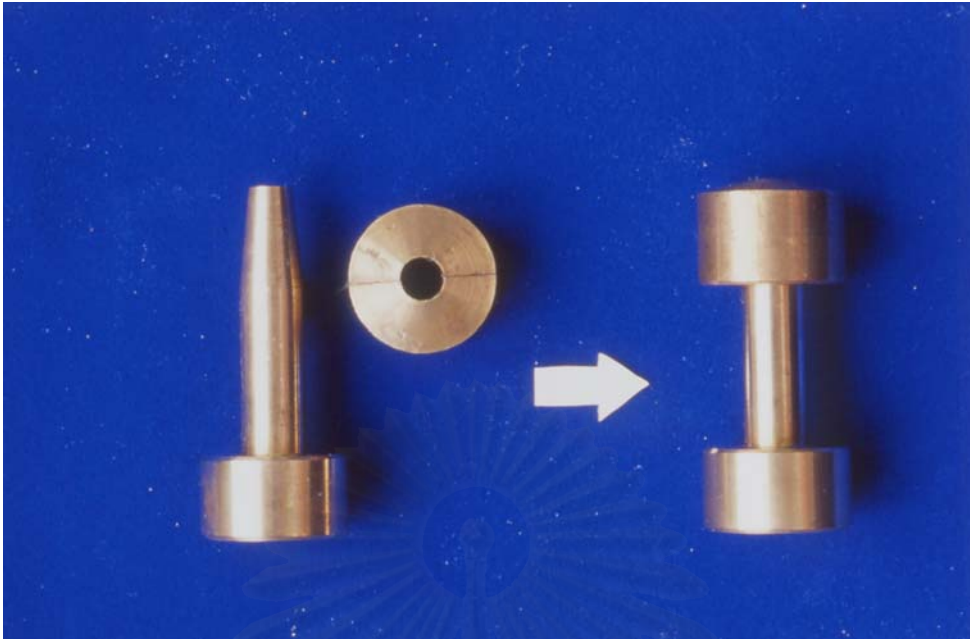
ในการทำแบบหล่อสำหรับอัดอะคริลิก ใช้ซีฟ้นปลอมต้นแบบมายึดกับส่วนปลายของก้านทองเหลือง ด้วยกาวไซยาโนอะคริเลต (α -cyanoacrylate glue) (รูปที่ 21) รอ 10 นาที จนกาวแห้ง จึงประกอบส่วนของปลอกทองเหลืองเข้ากับก้านทองเหลือง (รูปที่ 22) นำชิ้นงานทองเหลืองที่ติดซีฟ้นปลอมไว้แล้ว มาพ่นด้วยสารหล่อลื่นซิลิโคน (silicone lubricant No. 077, Sprayway Inc. USA.) (รูปที่ 22) จนทั่ว จากนั้นผสมซิลิโคน (putty type, Zetaplus, Zhermack, Italy) แล้วใส่ในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 55 x 72 x 27 มิลลิเมตรตามลำดับ (รูปที่ 24) ใส่จนเต็มกล่องพลาสติก นำชิ้นงานทองเหลืองทั้งหมดที่ติดซีฟ้นปลอมต้นแบบ และผ่านการพ่นสารหล่อลื่นซิลิโคน มากดลงบนซิลิโคน โดยกดให้ชิ้นงานทองเหลืองจมลงในซิลิโคนเกินกว่ากึ่งกลางของชิ้นงานทองเหลืองเล็กน้อย เมื่อซิลิโคนแข็งตัว ใช้มีดหมายเลข 12 (blade no. 12) ตัดซิลิโคนที่คลุมรอบซีฟ้นปลอมออก ในกล่องพลาสติก 1 ใบ จะมีชิ้นงานทองเหลืองและซีฟ้นปลอมฝังอยู่ 2 ชุด โดยเป็นซีฟ้นต้นแบบของกลุ่มควบคุม 1 ชุด และของกลุ่มทดลอง 1 ชุด ซึ่งซีฟ้นปลอมต้นแบบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองนี้เป็นซีฟ้นปลอมในตำแหน่งเดียวกัน (รูปที่ 25)



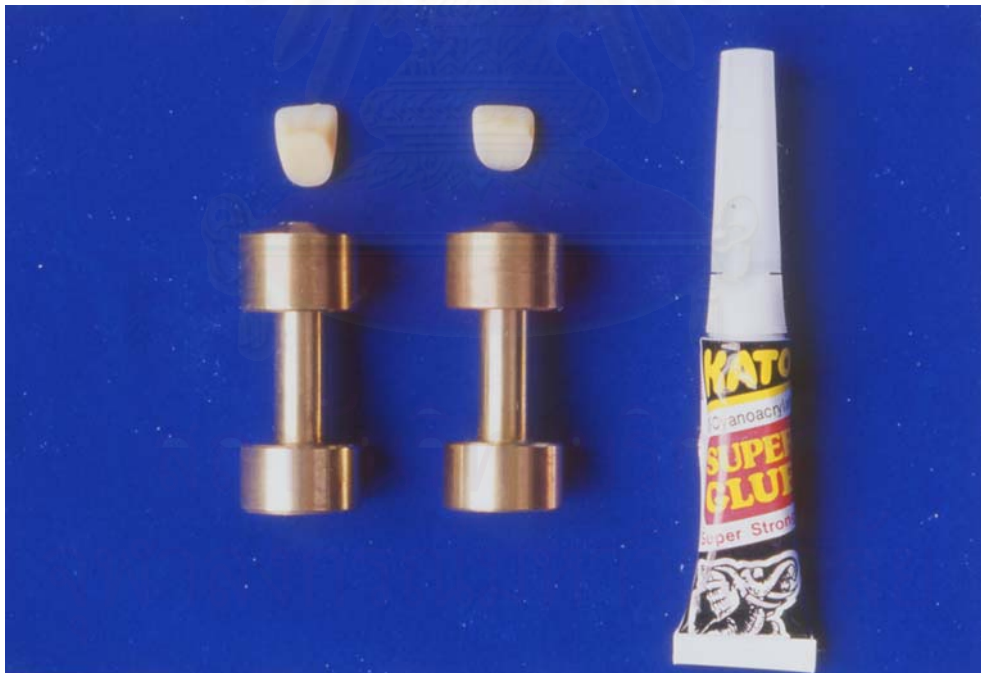
รูปที่ 18 ชิ้นงานทองเหลืองประกอบด้วย ก้านทองเหลือง (ซ้าย)
และปลอกทองเหลืองที่แยกเป็น 2 ชิ้น (ขวา)



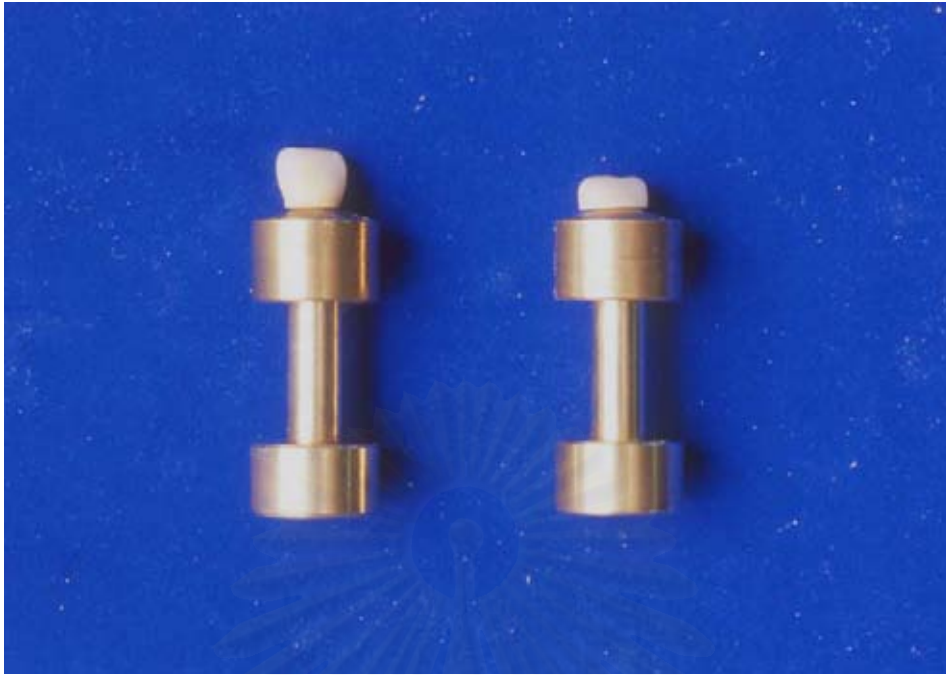
รูปที่ 19 ภาพลายเส้นแสดงลักษณะและขนาดของชิ้นงานทองเหลือง



รูปที่ 20 ปลอกทองเหลืองสวมเข้าได้สนิทพอดีกับก้านทองเหลือง



รูปที่ 21 กาวไซยาโนอะคริเลตที่ใช้ยึดซีฟีนปลอม



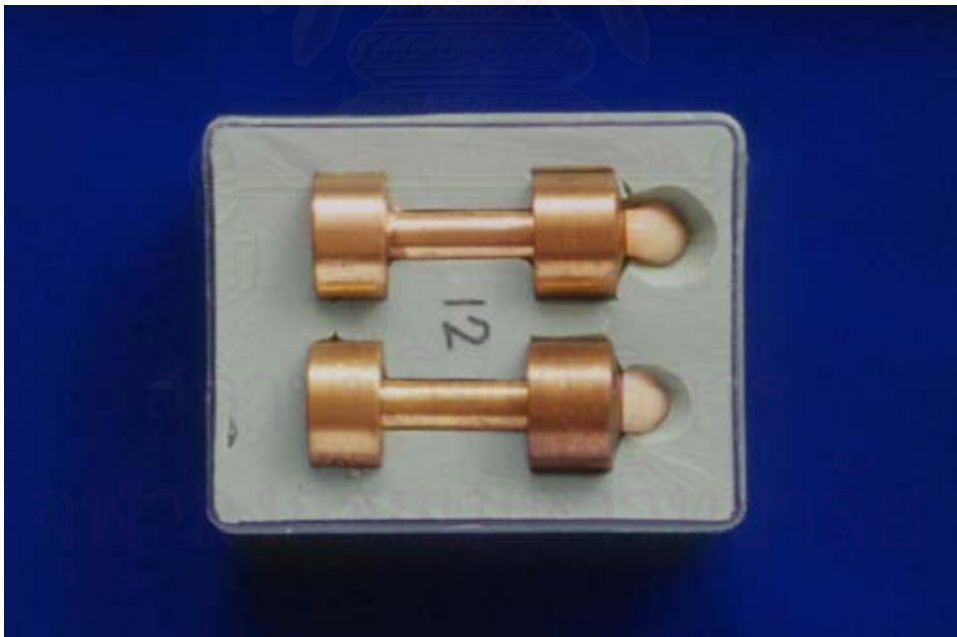
รูปที่ 22 ซีฟีนปลอมที่ติดกับก้านทองเหลืองและได้ประกบส่วนปลอกทองเหลืองเรียบร้อยแล้ว
กลุ่มควบคุม (ซ้าย) และกลุ่มทดลอง (ขวา)



รูปที่ 23 สารหล่อลื่นซิลิโคน



รูปที่ 24 ก่อรูปพลาสติกและซิลิโคนสำหรับทำแบบหล่อของขึ้นทดสอบ



รูปที่ 25 ซีฟันทันแบบของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนใส่ในภาชนะหล่อแบบฟัน

หลังจากที่ซิลิโคนแข็งตัวเต็มที่แล้ว นำกล่องพลาสติกมาใส่ในภาชนะหล่อแบบฟันส่วนล่าง (lower half of flask) โดยผสมพลาสติกเรซิน (Quickstone, ADA type III, Whip Mix Corp., Kentucky, USA.) ในอัตราส่วนผสมผง 100 กรัมต่อน้ำ 28 มิลลิเมตร ในเครื่องผสมสุญญากาศ (Vacuum mixer, Model D, Whip Mix Corp., Kentucky, USA.) (รูปที่ 26) นาน 30 วินาที แล้วเทลงในส่วนล่างของภาชนะหล่อแบบฟัน จากนั้นนำกล่องพลาสติกที่ฝังชิ้นงานทองเหลืองและซีฟันปลอมไว้แล้ว มาตกลงบนพลาสติกเรซิน ปาดพลาสติกเรซินส่วนเกินออก ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จนพลาสติกเรซินแข็งตัว (รูปที่ 27) จากนั้นจึงพ่นด้วยสารหล่อลื่นซิลิโคนให้ทั่วทั้งพื้นผิวของพลาสติกเรซิน ชิ้นงานทองเหลืองและซีฟันปลอมอีกครั้ง แล้วจึงประกอบส่วนบนเข้ากับส่วนล่างของภาชนะหล่อแบบฟัน ผสมพลาสติกเรซินในลักษณะเดิม เทลงในส่วนบนของภาชนะหล่อแบบฟันจนเต็ม ปิดฝา นำไปเข้าเครื่องอัดภาชนะหล่อแบบฟันชนิดไฮดรอลิก (hydraulic flask press, model WW 33, Wassermann Dental-Maschine, Germany) (รูปที่ 28) อัดด้วยแรงดัน 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที จนพลาสติกเรซินแข็งตัวสมบูรณ์ จากนั้นแยกส่วนบนและล่างของภาชนะหล่อแบบฟันออกจากกัน (รูปที่ 29) ในภาชนะหล่อแบบฟัน 1 อัน ใช้หล่อแบบซีฟันปลอม และชิ้นงานทองเหลือง 2 ชุด โดยเป็นกลุ่มควบคุม 1 ชุด และกลุ่มทดลอง 1 ชุด ซึ่งซีฟันปลอมในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่อยู่ในภาชนะหล่อแบบฟันอันเดียวกันนี้ จะเป็นซีฟันปลอมในตำแหน่งเดียวกัน

แยกซีฟันปลอมและชิ้นงานทองเหลืองออกมาจากภาชนะหล่อแบบฟัน ทาสารละลายอัลจินेट (alginate solution) (stellon cold seal, Amalgamated Dental, UK) บริเวณที่เป็นพลาสติกเรซินจนทั่ว ทิ้งไว้จนแห้ง ซีฟันปลอมต้นแบบที่ใช้สร้างแบบหล่อจะถูกแทนที่ด้วยซีฟันปลอมซีใหม่ซึ่งเป็นฟันซีเดียวกันและอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นวางปลอกทองเหลืองที่ได้พ่นสารหล่อลื่นซิลิโคนไว้จนทั่วแล้ว ลงในตำแหน่งเดิม (รูปที่ 30) ผสมส่วนผงพอลิเมอร์ และส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยความร้อน (Impact 750, Bosworth Company, USA.) (รูปที่ 31) ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ทำฐานฟันปลอม ในอัตราส่วนผสม ผงพอลิเมอร์ 23.4 กรัม ต่อส่วนเหลว 10 มิลลิลิตร ตามบริษัทผู้ผลิตกำหนด ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วตั้งทิ้งไว้ในภาชนะที่มีฝาปิด 6 นาที จนวัสดุที่ผสมถึงระยะอ่อนนุ่ม บั่นเป็นก้อนได้ นำมาวางในกระดาษแก้ว (cellophane) ที่เปียกน้ำ ใช้ฟู่กันจุ่มส่วนเหลวมาทาบริเวณพื้นผิวด้านใต้ของซีฟันปลอมบริเวณที่สัมผัสกับปลอกทองเหลือง จากนั้นกดอะคริลิกที่บ่มไว้แล้วลงในแบบหล่อแทนที่บริเวณที่เป็นตำแหน่งของก้านทองเหลืองจนเต็ม (รูปที่ 32) วางแผ่นกระดาษแก้วเปียกน้ำคลุมทับ แล้วประกอบส่วนบนของภาชนะหล่อแบบฟันลงมา นำไปเข้าเครื่องอัดภาชนะหล่อแบบฟันชนิดไฮดรอลิกที่แรงดัน 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (รูปที่ 33)

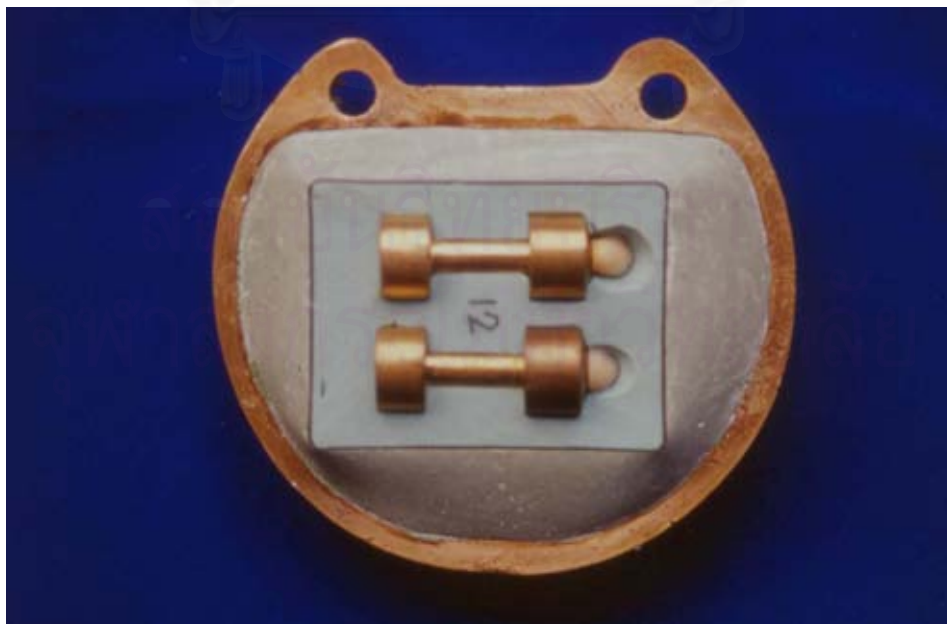
ทิ้งไว้จนอะคริลิกส่วนเกินหยุดแผ่ขยาย จึงแยกภาชนะหล่อแบบพื่นออกจากกัน ตัดอะคริลิกส่วนที่เกินออก (รูปที่ 34) ทำการขัดซ้ำในลักษณะเดิมอีก 2 ครั้ง (trial pack) แล้วจึงนำเอากระดาษแก้วออก (ในระหว่างที่ตัดอะคริลิกนี้ ถ้าแผ่นฟิล์มของสารละลายอัลจินเตหลุดลอกออกจากพลาสติกสเตอร์ หิน ให้ทาสารละลายอัลจินเตซ้ำ) อัดภาชนะหล่อแบบพื่นทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้ส่วนผงและส่วนเหลวของอะคริลิกเกิดปฏิกิริยาสมบูรณม์ จึงนำภาชนะหล่อแบบพื่นออกจากเครื่องอัดไฮโดรลิก ใส่เข้าในเครื่องจับภาชนะหล่อแบบพื่น (flask holder) (รูปที่ 35) นำไปบ่มในเครื่องบ่มอะคริลิก (Curing unit, model EWL 518, KaVo, Germany) (รูปที่ 36) ซึ่งมีน้ำอุณหภูมิคงที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 9 ชั่วโมง หลังจากบ่มเสร็จแล้ว นำขึ้นมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (23 องศาเซลเซียส)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 26 เครื่องผสมสุญญากาศ

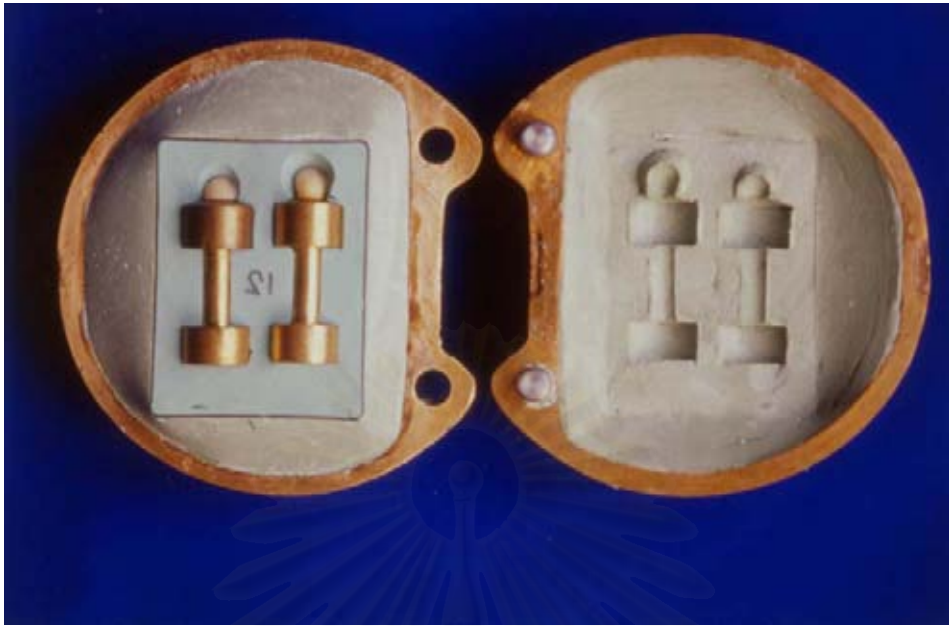


รูปที่ 27 ซีฟันทันแบบกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในภาชนะหล่อแบบฟันส่วนล่าง



รูปที่ 28 เครื่องอัดภาชนะหล่อแบบพื้นชนิดไฮดรอลิก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



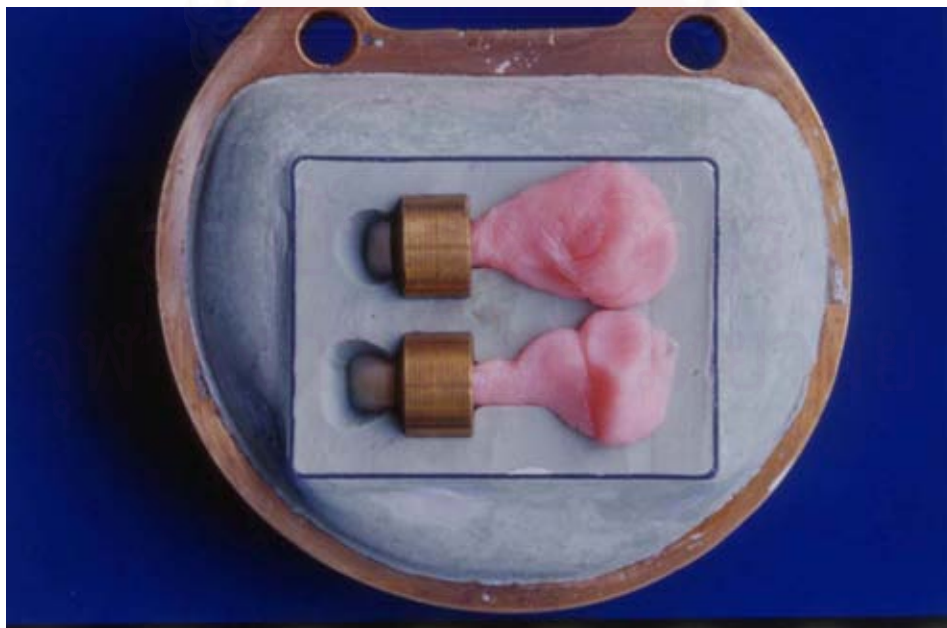
รูปที่ 29 ซีฟันปลอมต้นแบบของกรุปควบคุมและกรุปทดลองในภาชนะหล่อแบบฟันที่หล่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 30 ภาชนะหล่อแบบฟันที่พร้อมสำหรับใส่วัสดุทำฐานฟันปลอมลงไปยึดกับซีฟันปลอม



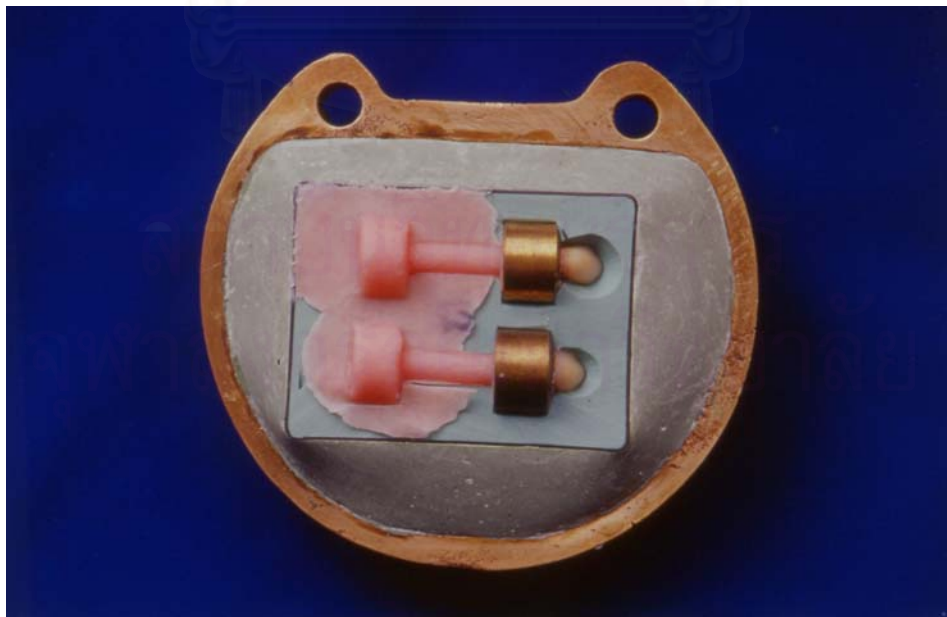
รูปที่ 31 อะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ใช้ทำฐานฟันปลอม



รูปที่ 32 อะคริลิกที่ใส่เข้าไปแทนที่ก้านของเหล็ก



รูปที่ 33 ขณะอัดภาชนะหล่อแบบพินในเครื่องอัดชนิดไฮดรอลิก



รูปที่ 34 ส่วนเกินของฐานพินปลอมอะคริลิกที่จะต้องตัดออก



รูปที่ 35 ภาชนะหล่อแบบฟันที่พร้อมสำหรับการบ่ม



รูปที่ 36 เครื่องบ่มอะคริลิก

การแยกชิ้นทดสอบออกจากภาชนะหล่อแบบพินและพลาสติกอร์นิน (Deflasking)

แยกชิ้นทดสอบออกจากภาชนะหล่อแบบพินและพลาสติกอร์นิน ในกรณีที่มีพลาสติกอร์นิน ติดชิ้นทดสอบ จะใช้เครื่องกระแทกพูน (compressed air-driven deflasking unit, Renfert, Germany) (รูปที่ 37) ซึ่งที่ส่วนปลายของเครื่องมือมีลักษณะคล้ายส้ว และทำงานโดยอาศัยแรงดันลมที่ผลักดันปลายเครื่องมือออกมากระแทกชั้นของพลาสติกอร์นิน ด้วยอัตราเร็ว 3,000 ครั้งต่อนาที ให้พลาสติกอร์นินหลุดออกจากผิวของซีพินปลอม และวัสดุอะคริลิก

จากนั้น แยกปลอกทองเหลืองทั้ง 2 ส่วนออกจากกัน (รูปที่ 38) แล้วจึงตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นทดสอบ ถ้ามีอะคริลิกเกินออกมานอกพื้นที่วงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร (ดูกลวงตรงกลางของปลอกทองเหลือง) หรือเกินออกมาตามรอยต่อของปลอกทองเหลืองที่ประกบกัน จะใช้ใบมีดหมายเลข 12 ตัดส่วนเกินเหล่านี้ (รูปที่ 39) ชิ้นทดสอบที่นำมาทดสอบค่าความทนแรงดึง ต้องไม่มีฟองอากาศตรงบริเวณรอยต่อของซีพินปลอมกับวัสดุทำฐานพินปลอมอะคริลิก ถ้าพบฟองอากาศ หรืออะคริลิกไม่เต็มพื้นที่ผิวสัมผัสจะไม่ใช้ชิ้นทดสอบชิ้นนั้น (รูปที่ 40)

เมื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นทดสอบแล้ว จะนำชิ้นทดสอบแช่ในน้ำกลั่น (รูปที่ 40) แล้วใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยรักษาระดับอุณหภูมิที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำไปทดสอบค่าความทนแรงดึง (รูปที่ 41)

การทดสอบความทนแรงดึง

ในการทดสอบค่าความทนแรงดึง นำชิ้นทดสอบมาใส่เข้ากับเครื่องมือที่ออกแบบไว้สำหรับการทดสอบแรงดึง แล้วจึงประกบปลอกทองเหลืองทั้ง 2 ชิ้น เข้าในตำแหน่งเดิมบนชิ้นทดสอบ แล้วใช้เข็มขัดรัดท่อ รัดปลอกทองเหลืองให้แน่น เพื่อไม่ให้ปลอกทองเหลืองแยกออกจากกันในขณะทดสอบค่าความทนแรงดึง (รูปที่ 43 44 และ 45)

ในการทดสอบความทนแรงดึงระหว่างซีพินปลอมกับฐานอะคริลิก เป็นการทดสอบค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine, Instron, model 5583, Instron Corp., Canton, MA, USA.) โดยการประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้สำหรับดึงเข้ากับชิ้นทดสอบ แล้วจึงยึดอุปกรณ์นี้เข้ากับเครื่องทดสอบสากล (รูปที่ 46 และ 47) จากนั้นจึงทดสอบความทนแรงดึงด้วยอัตราเร็วของหัวดึงคงที่ (cross head speed) 0.254 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งซีพินปลอมหลุดออกจากอะคริลิก (รูปที่ 47) นำค่าแรงดึงที่ได้มาคำนวณความทนแรงดึง โดยสมการ

$$B=F/S$$

B คือ ค่าความทนแรงดึง หน่วยเป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร (N/mm^2)

หรือเมกกะปาสคาล (MPa)

F คือ ค่าแรงดึงที่ได้จากเครื่องทดสอบสากล หน่วยเป็นนิวตัน (N)

S คือ พื้นที่ของผิวสัมผัสระหว่างซีฟันปลอมกับวัสดุอะคริลิก ซึ่งเท่ากับพื้นที่วงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร (mm^2)

จากนั้นนำชิ้นทดสอบมาตรวจหาการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสโคป กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อตรวจและจำแนกสภาพการแตกหัก หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกและชนิดของซีฟันปลอมโดยใช้สถิติฟิชเชอร์สเอกซ์แซค (Fisher's Exact test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

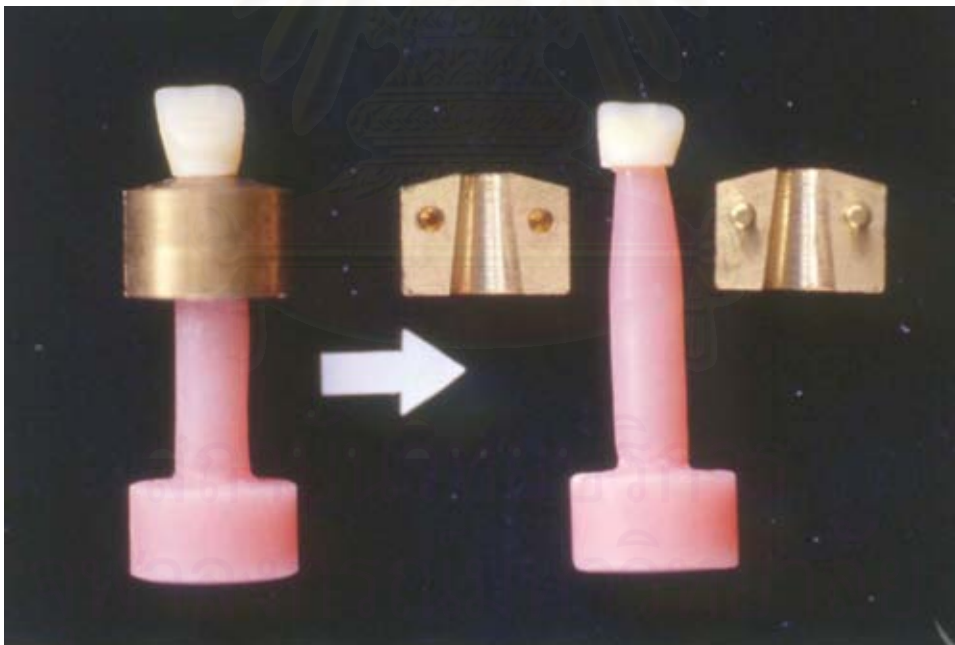
การหาความแข็งผิวของซีฟันปลอม

นำซีฟันปลอมซีใหม่ของฟันทั้ง 4 ชนิด ที่ได้ตัดพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกเป็นซีฟันของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมาตรวจหาความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ (Vickers hardness test) ของพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกในบริเวณที่วัสดุทำฐานฟันปลอมสัมผัสเป็นพื้นที่วงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตำแหน่งโดยใช้แรงกด 500 กรัม นาน 15 วินาที แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งผิวที่บริเวณนั้น และนำซีฟันปลอมที่ตัดแบ่งครึ่งตามแนวแกนฟันมาหาความแข็งผิวของแต่ละชั้นในซีฟันปลอมทุกชนิด โดยในแต่ละชั้นจะทดสอบ 5 ตำแหน่งแล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเช่นกัน

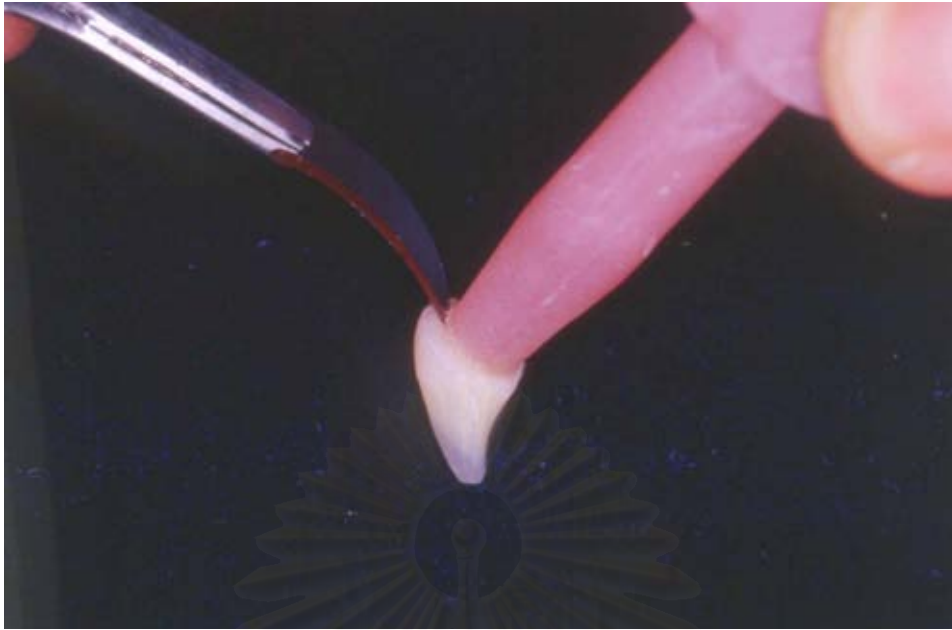
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



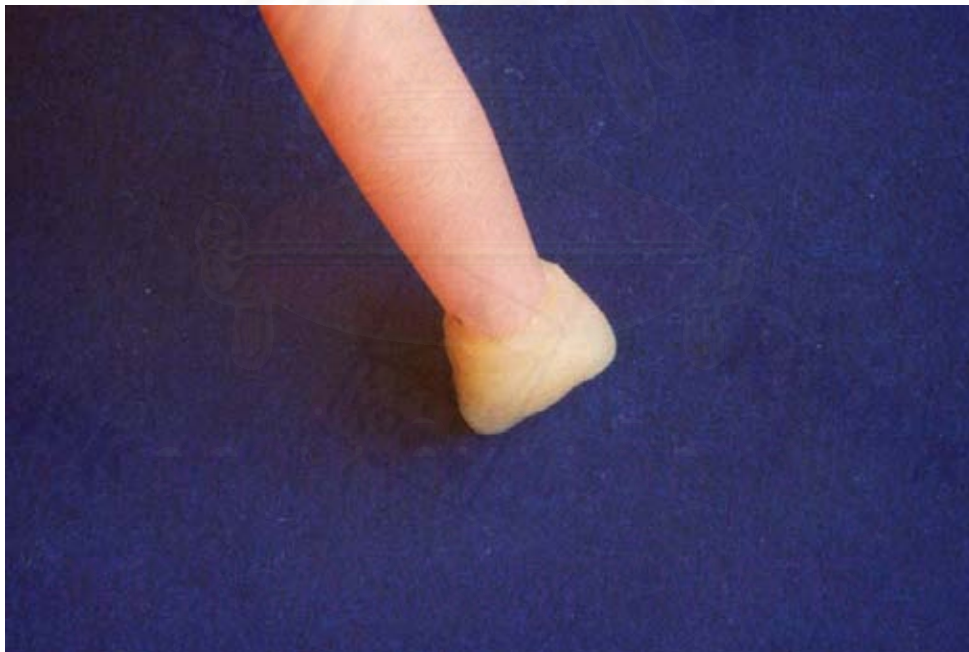
รูปที่ 37 เครื่องกระแทกปูน



รูปที่ 38 แยกปลอกทองเหลืองออกเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของชั้นทดสอบ



รูปที่ 39 ตัดส่วนเกินของอะคริลิกด้วยใบมีดหมายเลข 12



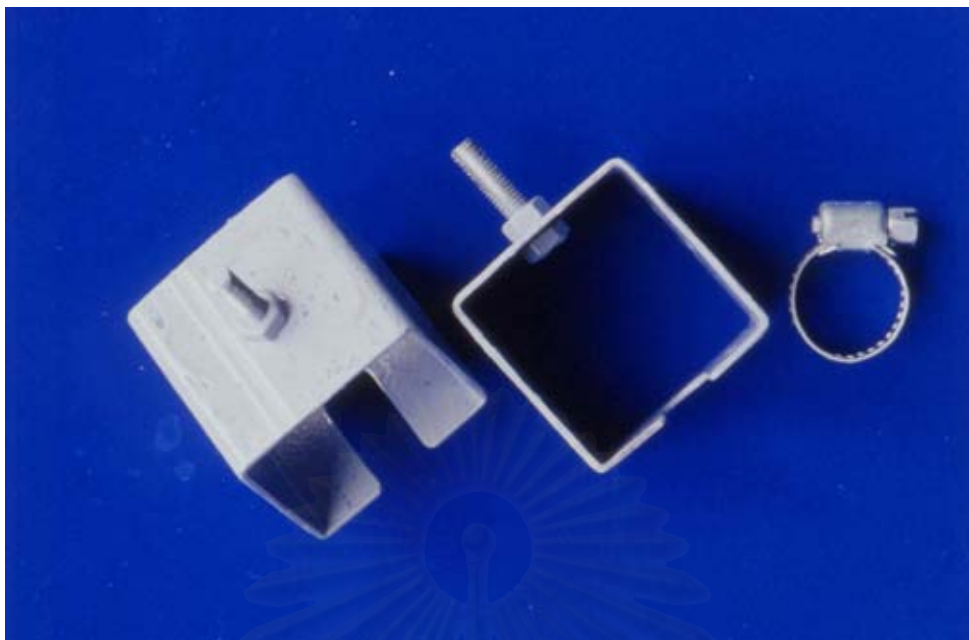
รูปที่ 40 ชั้นทดสอบที่สมบูรณ์พร้อมนำไปทดสอบ



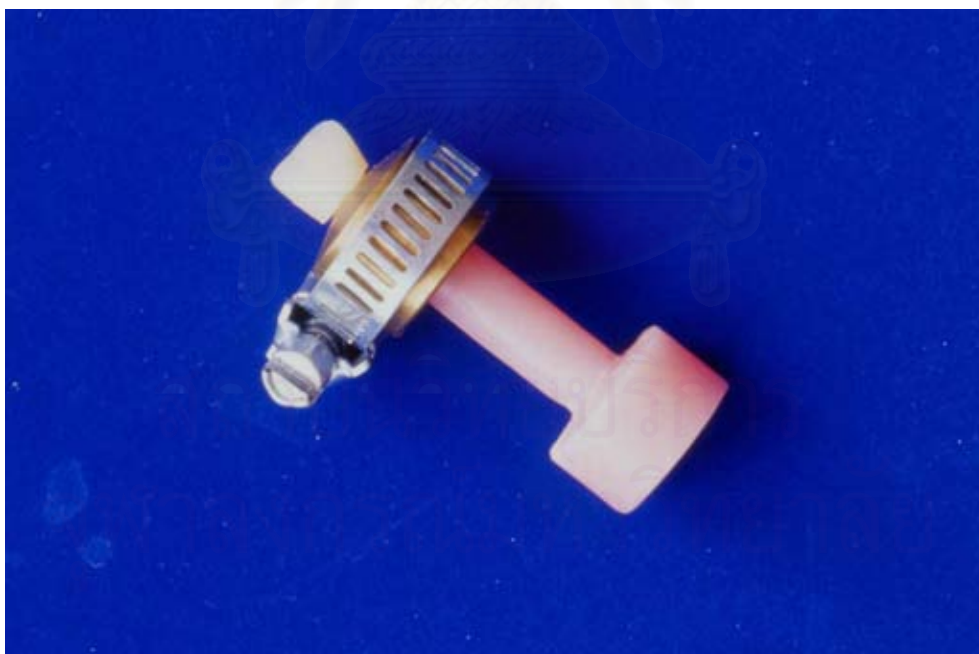
รูปที่ 41 ชั้นทดสอบแช่ในน้ำกลั่น



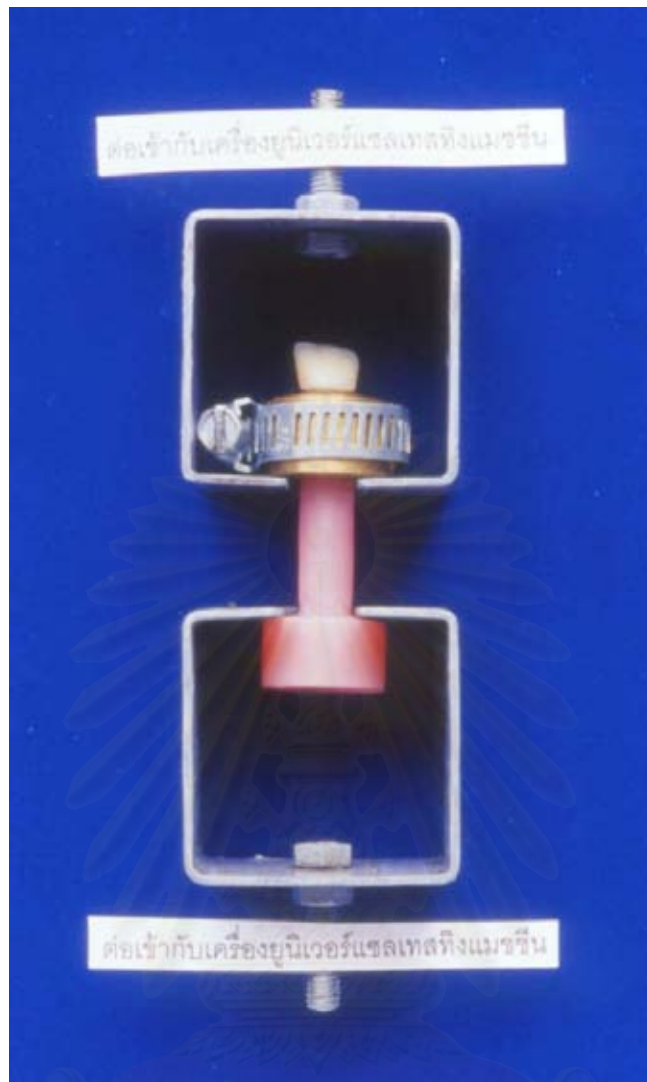
รูปที่ 42 ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ 43 เครื่องมือที่ใช้ประกอบในการทดสอบความทนแรงดึง



รูปที่ 44 ชิ้นทดสอบที่รัดด้วยเข็มขัดรัดท่อ



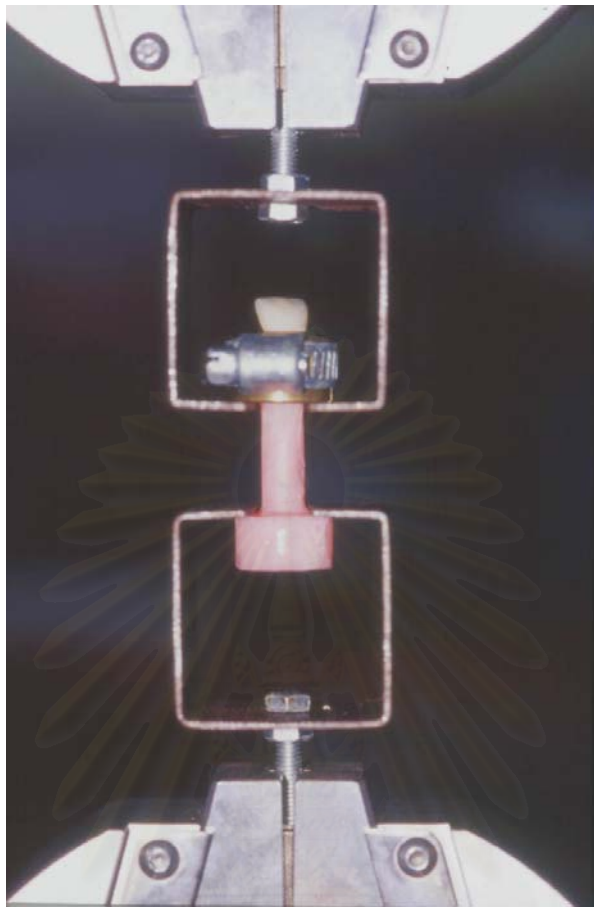
รูปที่ 45 ชิ้นทดสอบที่พร้อมสำหรับการทดสอบแรงดึง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

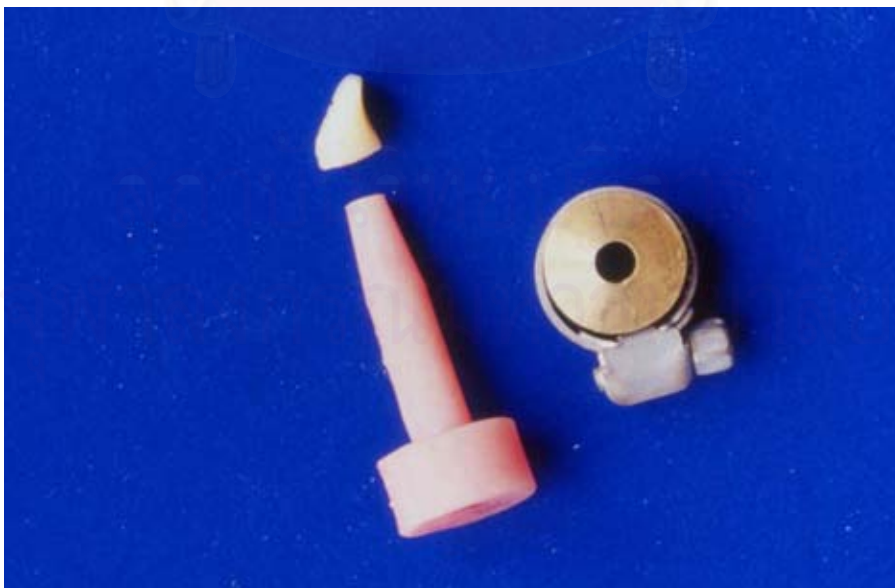


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 46 เครื่องทดสอบสากล (Instron model 5583)



รูปที่ 47 ขณะทดสอบความทนแรงดึงของชิ้นทดสอบ



รูปที่ 48 ซีฟันทนที่หลุดจากชิ้นทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดประสงค์ของการทดลองนี้คือเพื่อทดสอบค่าความทนแรงดึงระหว่างซี่ฟันปลอมอะคริลิก 4 ชนิด กับฐานฟันปลอมอะคริลิก โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 กลุ่ม ตามชนิดของซี่ฟันปลอม ซึ่งในซี่ฟันปลอมแต่ละชนิดแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมคือ ซี่ฟันปลอมที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร และกลุ่มทดลองคือ ซี่ฟันปลอมที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร จากนั้นนำมายึดเข้ากับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก แล้วนำไปทดสอบค่าความทนแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบสากล ด้วยอัตราเร็วของหัวดึงเท่ากับ 0.254 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าแรงที่ทำให้ซี่ฟันปลอมหลุดออกจากวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกเป็นนิวัตน์ แล้วคำนวณค่าความทนแรงดึงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแต่ละกลุ่มเป็นเมกกะปาสคาล จากนั้นนำมาคำนวณหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซี่ฟันปลอมชนิดเดียวกัน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ทีเทสต์ ส่วนการหาความแตกต่างภายในกลุ่มเดียวกัน แต่ใช้ซี่ฟันปลอมต่างชนิดกันนั้น ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มด้วยวิธีทดสอบทุกีย์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (confidence level 95%, $\alpha=0.05$) ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลการทดลองในซี่ฟันปลอมแต่ละชนิด

ผลการทดลองกลุ่มที่ 1 ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (ตารางที่ 1-2 และรูปที่ 49)

กลุ่มควบคุมคือซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 16.35 ± 3.84 เมกกะปาสคาล กลุ่มทดลองคือซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 16.31 ± 3.19 เมกกะปาสคาล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 1 ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซีฟิнопปลอม M

ซีฟิнопปลอม M	กลุ่มควบคุม (MC)		กลุ่มทดลอง (MX)	
	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)
1	286	14.56	424	21.59
2	218	11.10	231	11.76
3	418	21.28	253	12.88
4	236	12.01	351	16.04
5	224	11.40	380	19.35
6	332	16.90	335	17.05
7	470	23.93	285	14.51
8	239	12.17	271	13.80
9	275	14.00	375	19.09
10	371	18.89	305	15.53
11	191	9.72	437	22.25
12	409	20.82	413	21.03
13	427	21.74	364	18.53
14	321	16.34	264	13.44
15	375	19.09	375	19.09
16	378	19.24	378	19.24
17	221	11.25	221	11.25
18	306	15.58	306	15.58
19	292	14.87	325	16.55
20	330	16.80	302	15.37
21	359	18.28	341	17.36
22	384	19.55	292	14.87
23	305	15.53	265	13.49
24	341	17.36	230	11.71
ค่าเฉลี่ย		16.35		16.31
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		3.84		3.19

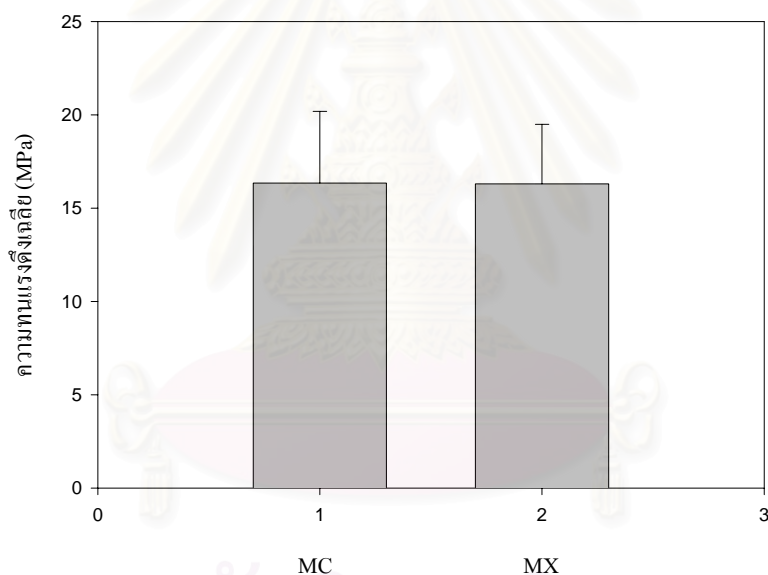
M - ซีฟิнопปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

MC - ซีฟิнопปลอม M ในกลุ่มควบคุมยึดกับวัสดุทำฐานฟิнопปลอม

MX - ซีฟิнопปลอม M ในกลุ่มทดลองยึดกับวัสดุทำฐานฟิнопปลอม

ตารางที่ 2 ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
ในซีฟ้นปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

t-test for Equality of Means					
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
STRESS	Equal variances assumed	.043	46	.966	4.375E-02
	Equal variances not assumed	.043	44.519	.966	4.375E-02



MC - ซีฟ้นปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

MX - ซีฟ้นปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

รูปที่ 49 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม (MC) และกลุ่มทดลอง (MX) ในซีฟ้นปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

ผลการทดลองกลุ่มที่ 2 ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น (ตารางที่ 3-4 และรูปที่ 50)

กลุ่มควบคุมคือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิว ด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 23.00 ± 3.55 เมกกะปาสคาล กลุ่มทดลองคือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 22.88 ± 3.97 เมกกะปาสคาล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ผลการทดลองกลุ่มที่ 3 ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดที่มีสารเชื่อมขวาง และวัสดุอัดแทรกซิลิกา (ตารางที่ 5-6 และรูปที่ 51)

กลุ่มควบคุมคือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดที่มีสารเชื่อมขวาง และวัสดุอัดแทรกซิลิกา ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 25.92 ± 5.44 เมกกะปาสคาล กลุ่มทดลองคือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 24.34 ± 6.06 เมกกะปาสคาล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ผลการทดลองกลุ่มที่ 4 ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพหุพันธู์ของเมทิลเมทาคริลิตกับไดเมทาคริลิต (ตารางที่ 7-8 และรูปที่ 52)

กลุ่มควบคุมคือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพหุพันธู์ของเมทิลเมทาคริลิตกับไดเมทาคริลิต ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 27.89 ± 4.15 เมกกะปาสคาล กลุ่มทดลองคือ ซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพหุพันธู์ของเมทิลเมทาคริลิตกับไดเมทาคริลิต ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกเท่ากับ 25.34 ± 4.87 เมกกะปาสคาล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซีฟ้นปลอม B

ซีฟ้นปลอม B	กลุ่มควบคุม (BC)		กลุ่มทดลอง (BX)	
	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)
1	375	19.09	518	26.37
2	404	20.57	380	19.35
3	571	29.07	485	24.69
4	376	19.14	579	29.48
5	356	18.12	410	20.87
6	375	19.09	388	19.75
7	450	22.91	467	23.77
8	502	25.56	538	27.39
9	524	26.68	433	22.04
10	432	21.99	302	15.37
11	481	24.49	411	20.92
12	355	18.07	378	19.24
13	532	27.08	526	26.78
14	379	19.29	392	19.96
15	519	26.42	346	17.61
16	542	27.59	522	26.57
17	551	28.05	390	19.85
18	473	24.08	549	27.95
19	430	21.89	555	28.25
20	464	23.62	379	19.29
21	386	19.65	371	18.89
22	409	20.82	478	24.33
23	417	21.23	448	22.81
24	539	27.44	540	27.49
ค่าเฉลี่ย		23.00		22.88
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		3.55		3.97

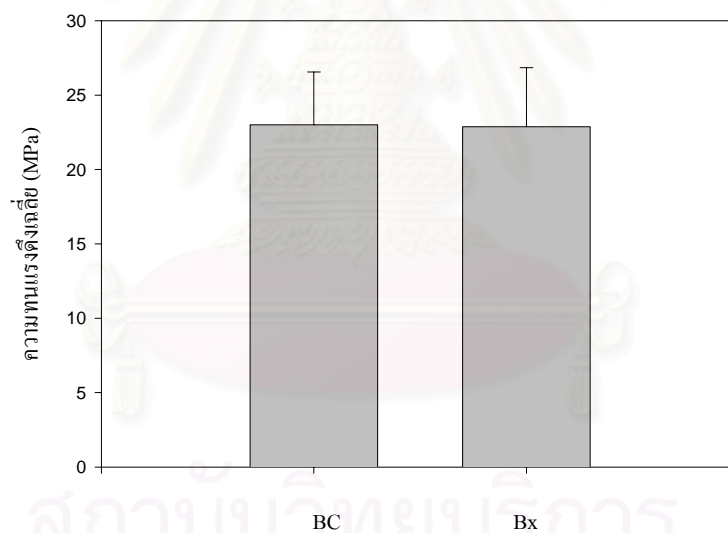
B - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

BC - ซีฟ้นปลอม B ในกลุ่มควบคุมยึดกับวัสดุทำฐานฟ้นปลอม

BX - ซีฟ้นปลอม B ในกลุ่มทดลองยึดกับวัสดุทำฐานฟ้นปลอม

ตารางที่ 4 ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
ในซีฟี่ฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น

t-test for Equality of Means					
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
STRESS	Equal variances assumed	.112	46	.911	.1217
	Equal variances not assumed	.112	45.450	.911	.1217



BC - ซีฟี่ฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น ที่ไม่ได้กรอพื้นผิวด้านประชิดสัน
เหงือกออก ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

BX - ซีฟี่ฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสัน
เหงือกออก 4 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

รูปที่ 50 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม
(BC) และกลุ่มทดลอง (BX) ในซีฟี่ฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น

ตารางที่ 5 ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซีฟิнопปลอม E

ซีฟิнопปลอม E	กลุ่มควบคุม (EC)		กลุ่มทดลอง (EX)	
	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)
1	630	32.07	573	29.17
2	521	26.52	558	28.41
3	602	30.65	286	14.56
4	594	30.24	536	27.29
5	440	22.40	412	20.97
6	672	34.21	366	18.63
7	549	27.95	673	34.26
8	490	24.95	551	28.05
9	723	36.81	303	15.43
10	408	20.77	350	17.82
11	360	18.33	633	32.23
12	460	23.42	322	16.39
13	395	20.11	392	19.96
14	403	20.52	619	31.51
15	442	22.50	363	18.48
16	433	22.04	423	21.53
17	432	21.99	612	31.16
18	705	35.89	405	20.62
19	649	33.04	603	30.70
20	531	27.03	459	23.37
21	476	24.23	414	21.08
22	466	23.72	513	26.12
23	427	21.74	639	32.53
24	410	20.87	468	23.83
ค่าเฉลี่ย		25.92		24.34
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		5.44		6.06

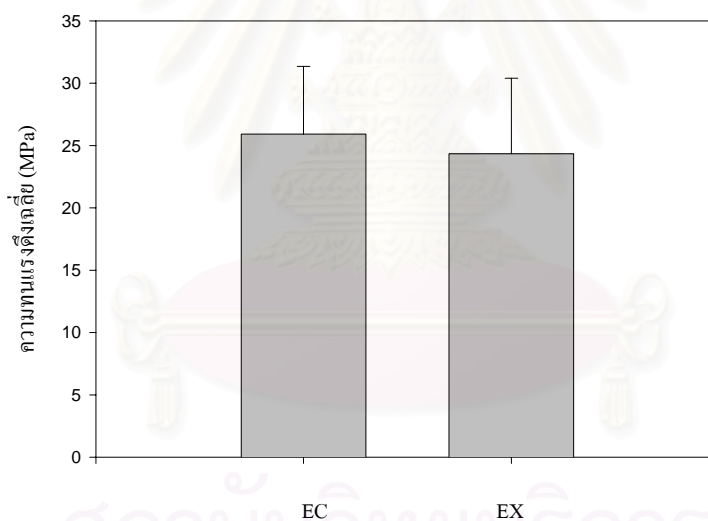
E - ซีฟิнопปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติลิกา

EC - ซีฟิнопปลอม E กลุ่มควบคุม ยึดกับวัสดุทำฐานฟิнопปลอม

EX - ซีฟิнопปลอม E กลุ่มทดลอง ยึดกับวัสดุทำฐานฟิнопปลอม

ตารางที่ 6 ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรก ซิลิกา

t-test for Equality of Means					
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
STRESS	Equal variances assumed	.950	46	.347	1.5792
	Equal variances not assumed	.950	45.487	.347	1.5792



EC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรก ซิลิกาที่กรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

EX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรก ซิลิกาที่กรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

รูปที่ 51 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม (EC) และกลุ่มทดลอง (EX) ในซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา

ตารางที่ 7 ค่าความทนแรงดึง (MPa) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในซีฟิнопปลอม S

ซีฟิнопปลอม S	กลุ่มควบคุม (SC)		กลุ่มทดลอง (SX)	
	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)	ค่าแรงดึง (N)	ค่าความทนแรงดึง (MPa)
1	546	27.80	516	26.27
2	568	28.92	487	24.79
3	720	36.65	407	20.72
4	520	26.47	674	34.31
5	596	30.34	480	24.44
6	528	26.88	396	20.16
7	441	22.45	585	29.78
8	683	34.77	421	21.43
9	396	20.16	613	31.21
10	737	37.52	592	30.14
11	494	25.15	362	18.43
12	488	24.84	351	17.87
13	471	23.98	629	32.02
14	508	25.86	548	27.90
15	543	27.64	524	26.68
16	518	26.37	645	32.84
17	531	27.03	411	20.92
18	533	27.13	484	24.64
19	610	31.05	527	26.83
20	452	23.01	512	26.07
21	545	27.75	332	16.90
22	553	28.15	532	27.08
23	592	30.14	487	24.79
24	574	29.22	430	21.89
ค่าเฉลี่ย		27.89		25.34
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		4.15		4.87

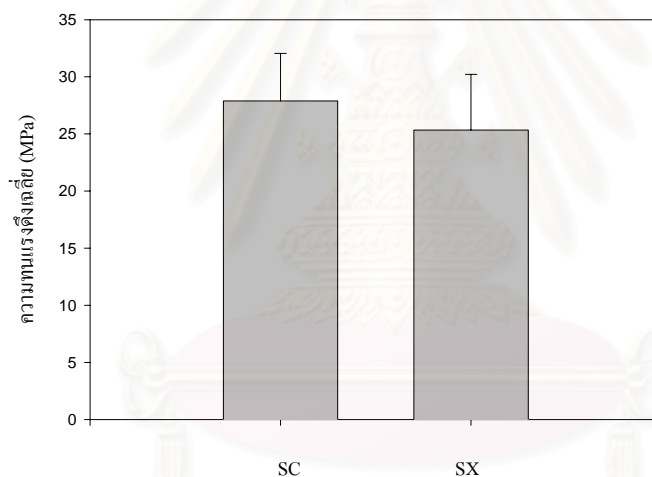
S - ซีฟิнопปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

SC - ซีฟิнопปลอม S ในกลุ่มควบคุมยึดกับวัสดุทำฐานฟิнопปลอม

SX - ซีฟิнопปลอม S ในกลุ่มทดลองยึดกับวัสดุทำฐานฟิнопปลอม

ตารางที่ 8 ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
ในซีฟ้นปลอมซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับ
ไดเมทาคริเลต

t-test for Equality of Means					
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
STRESS	Equal variances assumed	1.951	46	.057	2.5487
	Equal variances not assumed	1.951	44.888	.057	2.5487



- SC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต
ที่กรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม
- SX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต
ที่กรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตรยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

รูปที่ 52 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม
(SC) และกลุ่มทดลอง (SX) ในซีฟ้นปลอมซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิล
เมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลการทดลองในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองของซีฟีนปลอมแต่ละชนิด

ผลการทดลองในกลุ่มควบคุมของซีฟีนปลอมแต่ละชนิด (ตารางที่ 9-10 และรูปที่ 53)

กลุ่มนี้คือ ซีฟีนปลอมทั้ง 4 ชนิด ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม พบว่า ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตกับวัสดุทำฐานฟันปลอมมีค่าสูงสุด (กลุ่ม SC=27.89±4.15 เมกกะปาสคาล) ส่วนกลุ่มที่มีค่ารองลงมาตามลำดับคือ กลุ่มควบคุมของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา (กลุ่ม EC=25.92±5.44 เมกกะปาสคาล) และกลุ่มควบคุมของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (กลุ่ม BC=23.00±3.55 เมกกะปาสคาล) ส่วนค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของซีฟีนปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นกับวัสดุทำฐานฟันปลอม (MC) มีค่าต่ำสุด (กลุ่ม MC=16.35±3.84 เมกกะปาสคาล) โดยกลุ่ม MC มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนกลุ่ม SC มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงสูงกว่ากลุ่ม MC และ BC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่กลุ่ม EC มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงไม่แตกต่างจากกลุ่ม BC และ SC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ผลการทดลองในกลุ่มทดลองของซีฟีนปลอมแต่ละชนิด (ตารางที่ 11-12 และรูปที่ 54)

กลุ่มนี้คือ ซีฟีนปลอมทั้ง 4 ชนิด ที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม พบว่า ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงของซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตกับวัสดุทำฐานฟันปลอมมีค่าสูงสุด (กลุ่ม SX=25.38±4.87 เมกกะปาสคาล) ส่วนกลุ่มที่มีค่ารองลงมาตามลำดับคือ กลุ่มทดลองของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา (กลุ่ม EX=24.34±6.06 เมกกะปาสคาล) และกลุ่มทดลองของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (กลุ่ม BX=22.88±3.97 เมกกะปาสคาล) ส่วนกลุ่มทดลองของซีฟีนปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงกับวัสดุทำฐานฟันปลอมต่ำสุด (กลุ่ม MX=16.31±3.19 เมกกะปาสคาล) โดยกลุ่ม MX มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง (เมกกะปาสคาล) ของซีฟ้นปลอมต่างชนิด ที่กรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเห็อกออก 1 มิลลิเมตรยึดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอมอะคริลิก

	ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง (เมกกะปาสคาล)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MC	16.35	3.84
BC	23.00	3.55
EC	25.92	5.44
SC	27.87	4.15

MC - ซีฟ้นปลอมมงพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

BC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

EC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดมีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซึลิกา

SC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

ตารางที่ 10 ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงเฉลี่ยระหว่างซีฟ้นปลอมต่างชนิดที่กรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเห็อกออก 1 มิลลิเมตร กับวัสดุทำฐานพื้นปลอมอะคริลิก

กลุ่ม	MC	BC	EC	SC
MC	-	*	*	*
BC	*	-	NS	*
EC	*	NS	-	NS
SC	*	*	NS	-

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

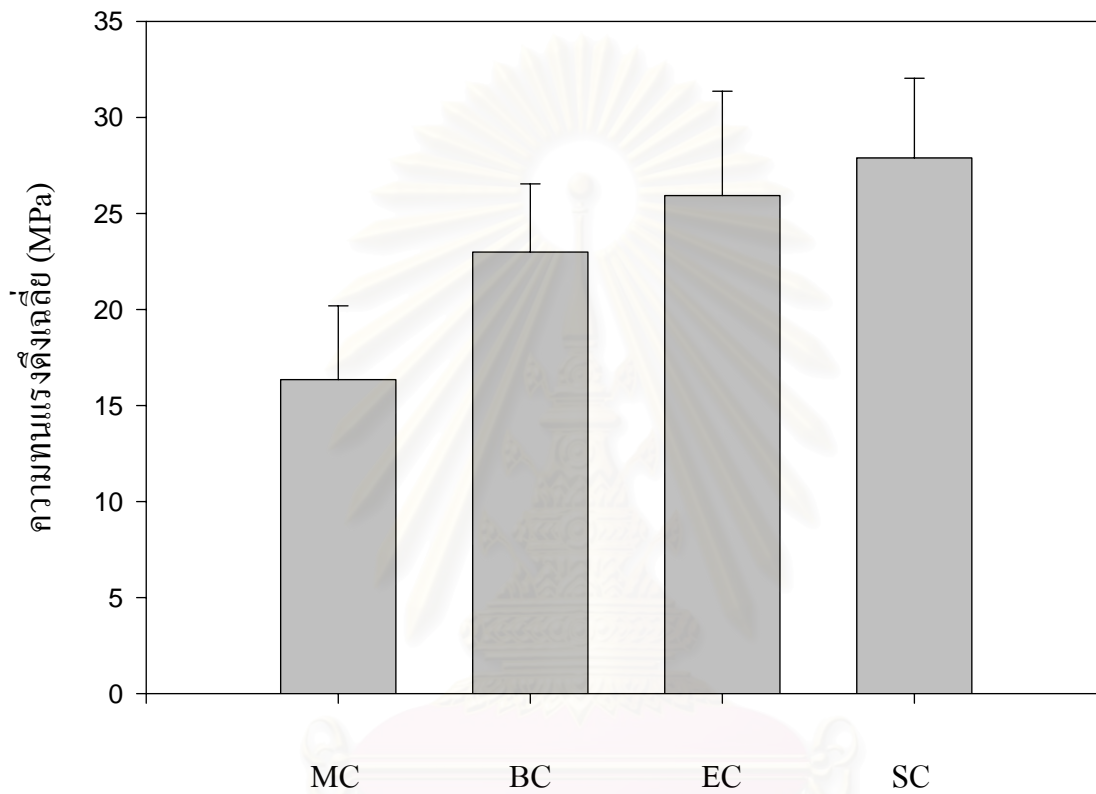
NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

MC - ซีฟ้นปลอมมงพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

BC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

EC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดมีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซึลิกา

SC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต



C - ซีฟ้นปลอมมพอลิเมทิลเมทาคริลเลตชนิดเส้น

BC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลเลตชนิดเส้น

EC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลเลตชนิดมีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิดิกา

SC - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริลเลตกับไดเมทาคริลเลต

รูปที่ 53 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของซีฟ้นปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง (เมกกะปาสคาล) ของซีฟ้นปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตรกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก

	ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง (เมกกะปาสคาล)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MX	16.31	3.19
BX	22.88	3.97
EX	24.34	6.06
SX	25.34	4.87

MX - ซีฟ้นปลอมงพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

BX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

EX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดมีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา

SX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

ตารางที่ 12 ค่าทางสถิติเปรียบเทียบความทนแรงดึงระหว่างซีฟ้นปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร ยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก

กลุ่ม	MX	BX	EX	SX
MX	-	*	*	*
BX	*	-	NS	NS
EX	*	NS	-	NS
SX	*	NS	NS	-

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

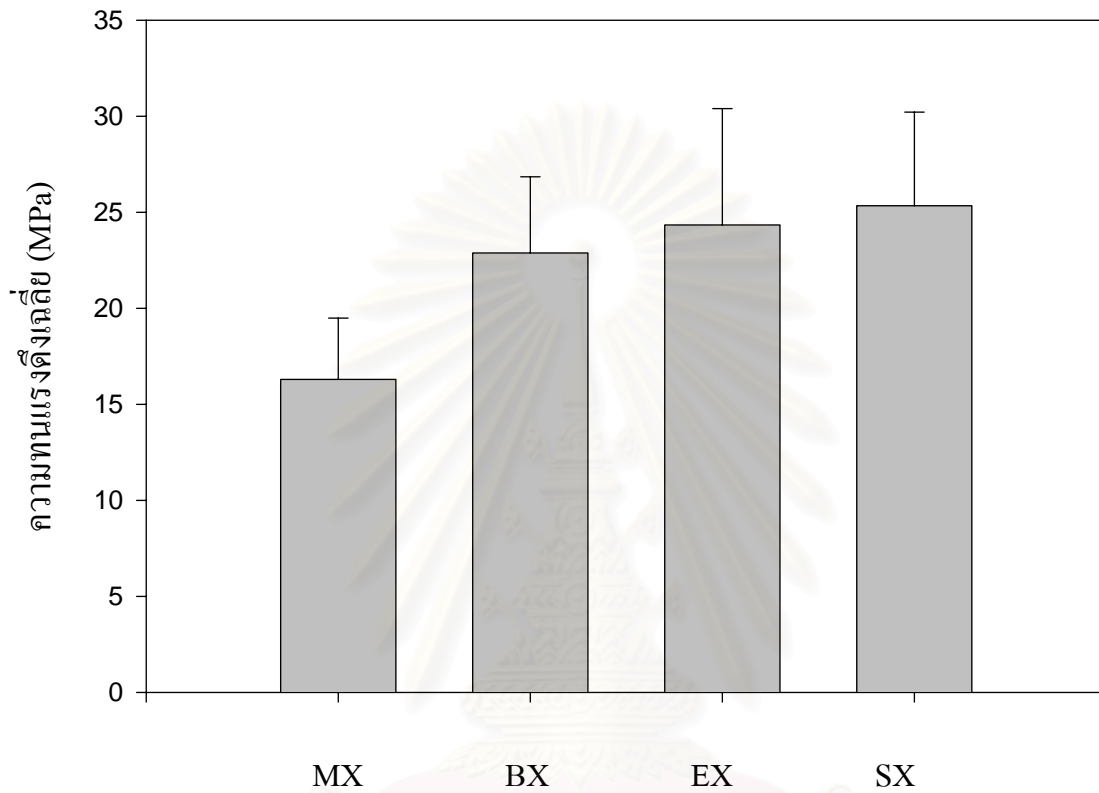
NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

MX - ซีฟ้นปลอมงพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

BX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

EX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดมีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา

SX - ซีฟ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต



MX - ซี่พ่นปลอมมงพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

BX - ซี่พ่นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

EX - ซี่พ่นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดมีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา

SX - ซี่พ่นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

รูปที่ 54 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของซี่พ่นปลอมต่างชนิดที่กรอพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร

ตอนที่ 3 ผลการตรวจรูปแบบการหลุดของซี่ฟันปลอมด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป

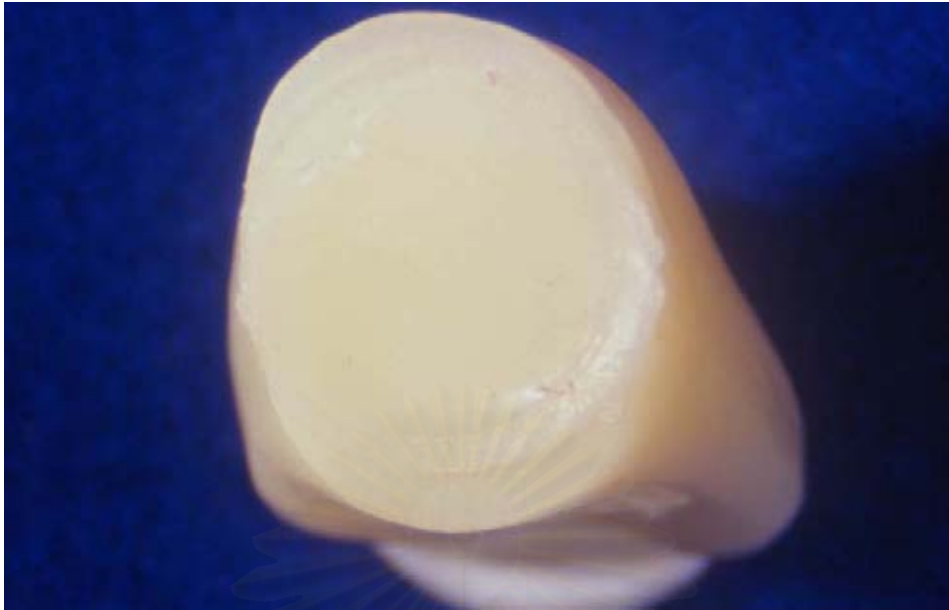
เมื่อพิจารณารูปแบบการหลุดของซี่ฟันปลอมด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป สามารถแบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ

1. แบบแอตตีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซี่ฟันปลอม กับวัสดุทำฐานฟันปลอม อะคริลิก (รูปที่ 55A และ B)
2. แบบโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมานั้นจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม อะคริลิก (รูปที่ 56A และ B)
3. แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมานั้นจะติดกับซี่ฟันปลอม (รูปที่ 57A และ B)
4. แบบแอตตีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอม โดยแตกแบบแอตตีซีฟระหว่างรอยต่อของซี่ฟันปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม (รูปที่ 58A และ B)
5. แบบแอตตีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยแตกแบบแอตตีซีฟระหว่างรอยต่อของซี่ฟันปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซี่ฟันปลอม (รูปที่ 59A และ B)

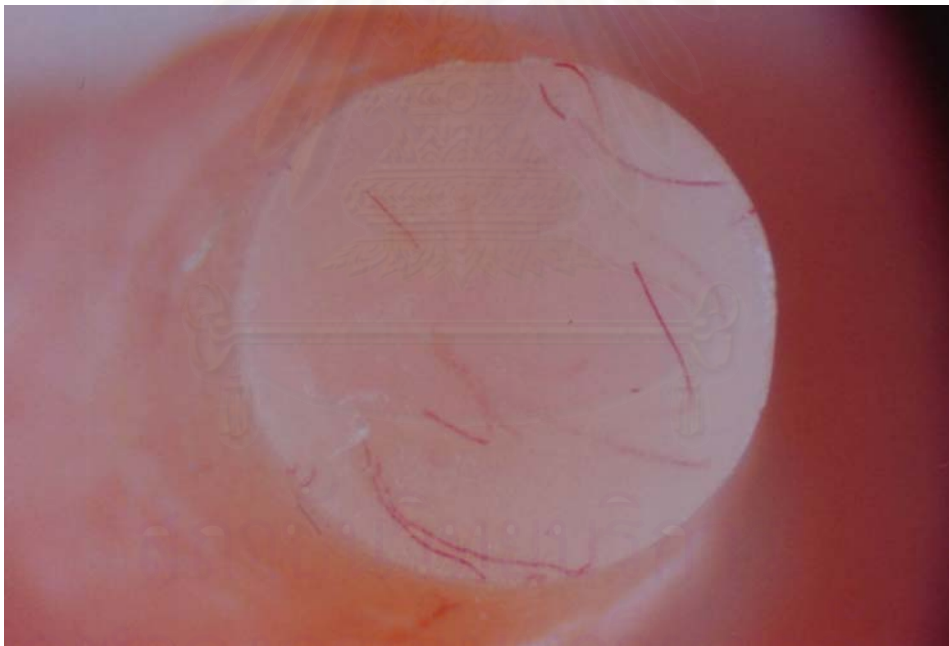
ซึ่งรูปแบบการแตกในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองของซี่ฟันปลอมทุกชนิด แสดงในตารางที่ 13 และ 14 และรูปที่ 60-67

ผลการทดสอบความเป็นอิสระกันของลักษณะการแตกกับชนิดของซี่ฟันปลอมพบว่า ลักษณะการแตกของซี่ฟันปลอมจากฐานฟันปลอมไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของซี่ฟันปลอม ($p > 0.05$) ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองดังแสดงในตารางที่ 15 และ 16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



A



B

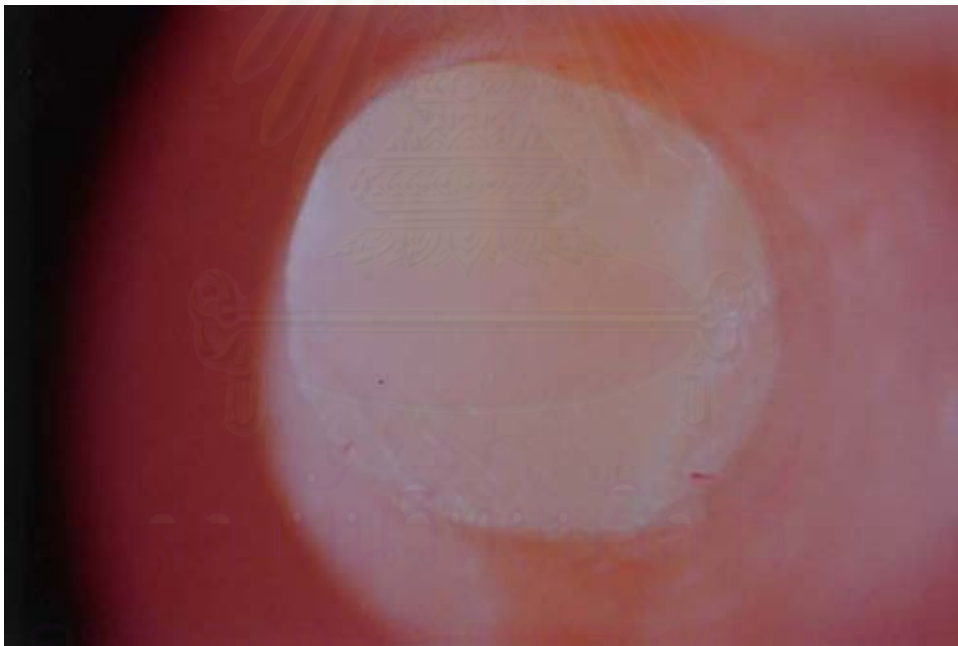
รูปที่ 55 การแตกแบบแอตชีฟ

A ที่ซีฟนปลอม

B ที่วัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก



A

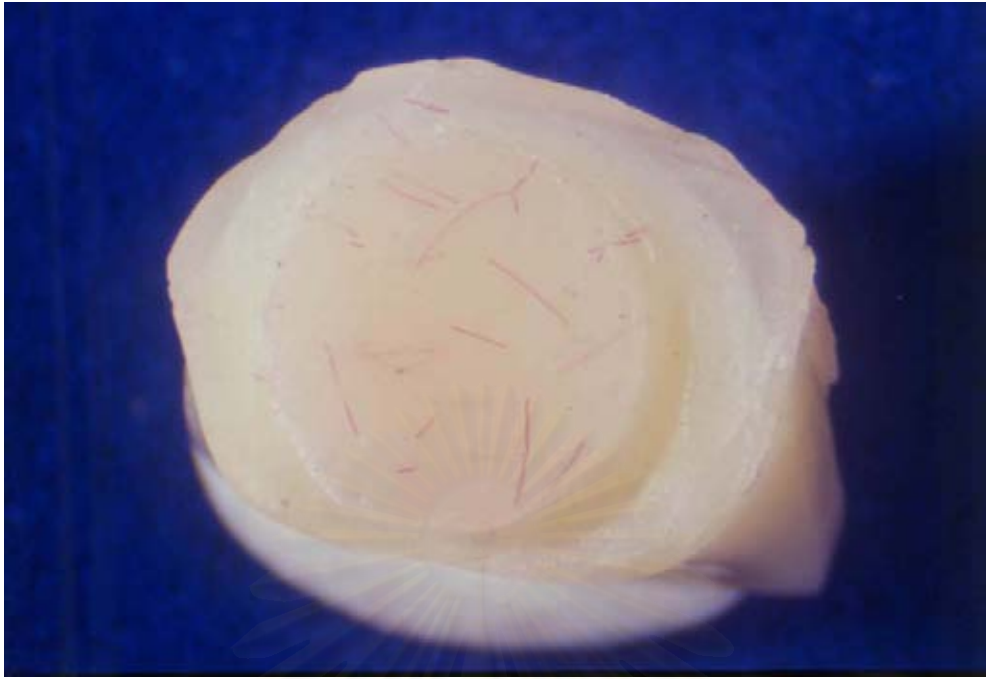


B

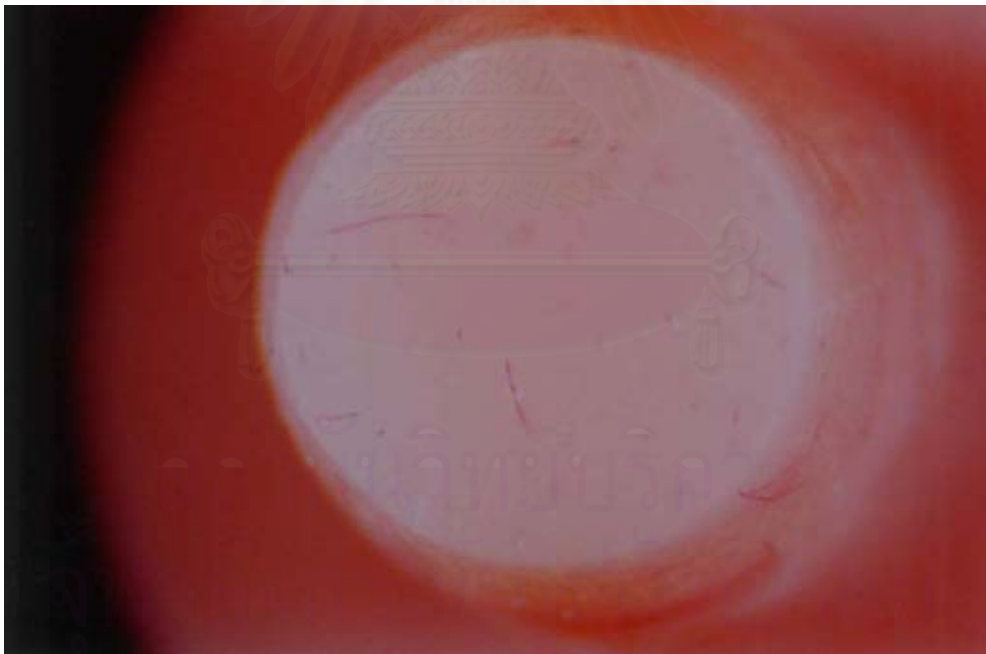
รูปที่ 56 การแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟันปลอม

A ที่ซีฟันปลอม

B ที่วัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก



A



B

รูปที่ 57 การแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม

A ที่ซี่ฟันปลอม

B ที่วัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก



A

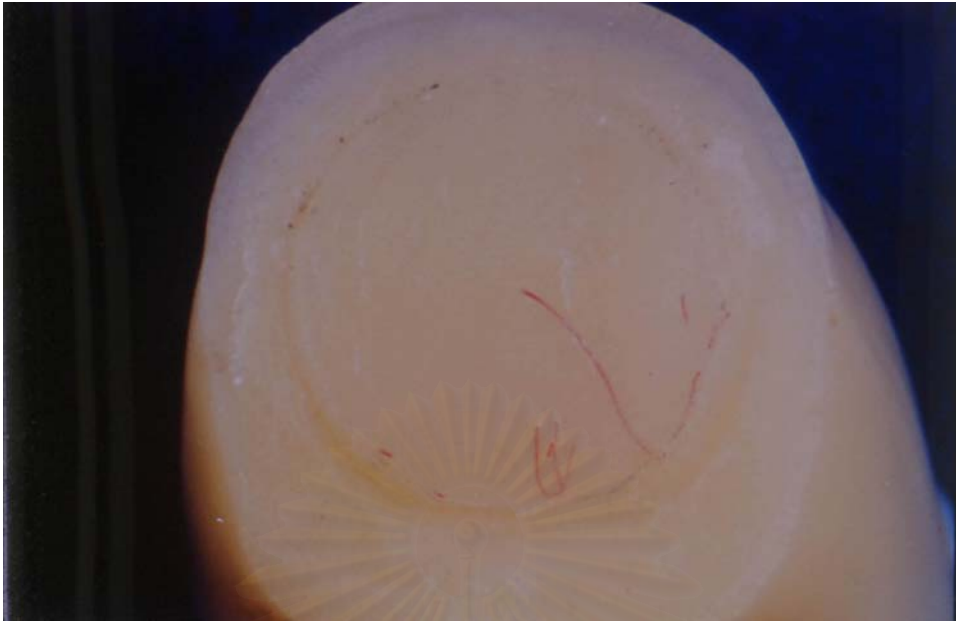


B

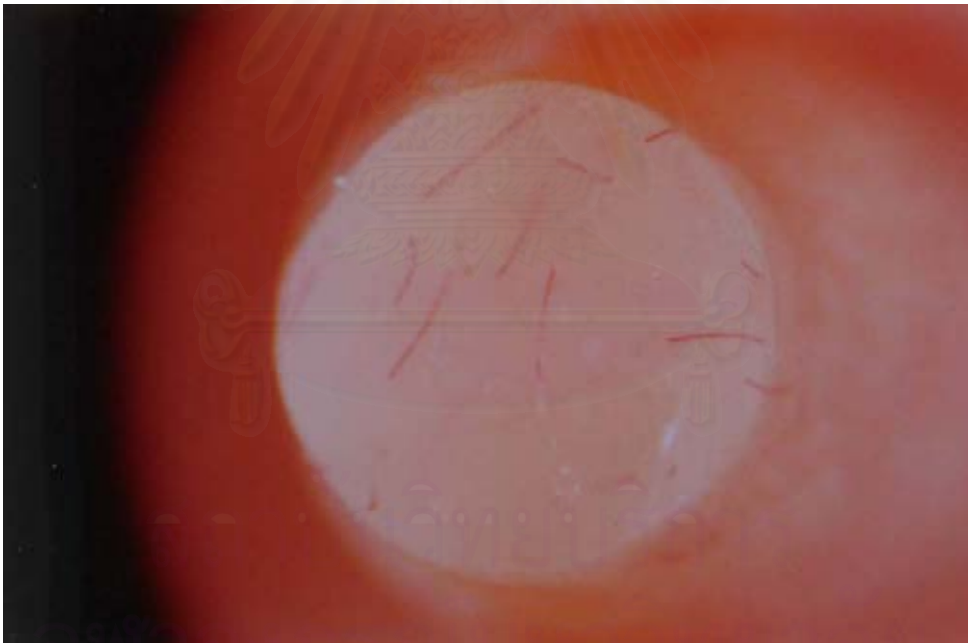
รูปที่ 58 การแตกแบบแอตฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟันปลอม

A ที่ซีฟันปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนของซีฟันปลอมที่แตก)

B ที่วัสดุทำฐานฟันปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนที่แตกของซีฟันปลอม
ซึ่งติดอยู่กับวัสดุทำฐานฟันปลอม)



A



B

รูปที่ 59 การแตกแบบแอคซีซีฟร่วมกับโคอีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม

A ที่ซี่ฟันปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนที่แตกของวัสดุทำฐานฟันปลอม
ซึ่งติดมาที่ซี่ฟันปลอม)

B ที่วัสดุทำฐานฟันปลอม (ลูกศรสีดำแสดงส่วนของวัสดุทำฐานฟันปลอม
ที่แตก)

ตารางที่ 13 รูปแบบการแตกในกลุ่มควบคุมของซีฟีนปลอมทุกชนิด

ชนิดของซีฟีนปลอม	รูปแบบการแตก				
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
ซีฟีนปลอมพอลิของเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	18	4	-	2	-
ซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	18	2	1	2	1
ซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา	21	-	-	2	1
ซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต	21	-	1	-	2

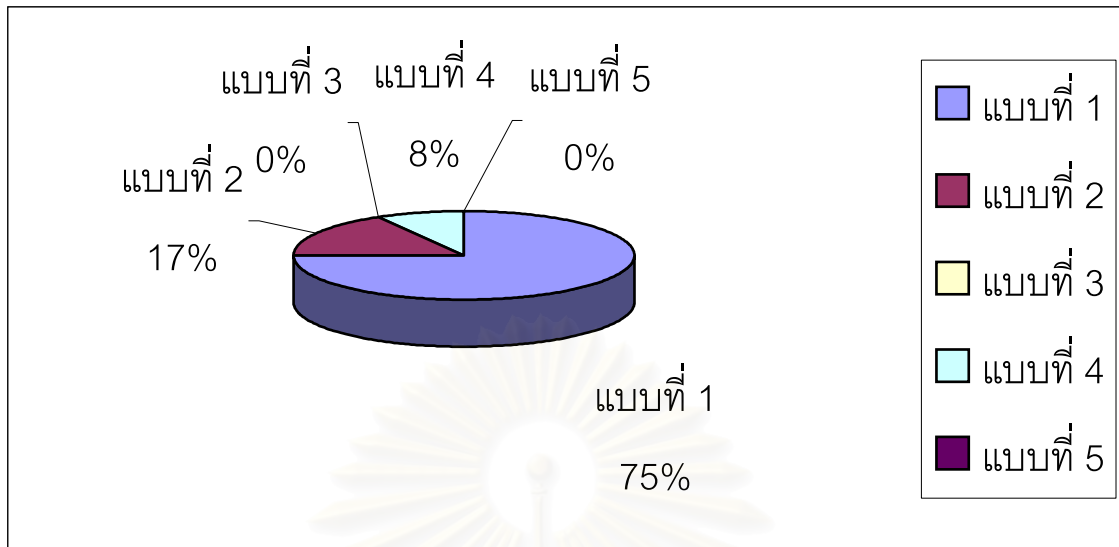
แบบที่ 1 แบบแอดฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟีนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟีนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟีนปลอม

แบบที่ 4 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟีนปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟีนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟีนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 5 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟีนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟีนปลอม



แบบที่ 1 แบบแอดฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม

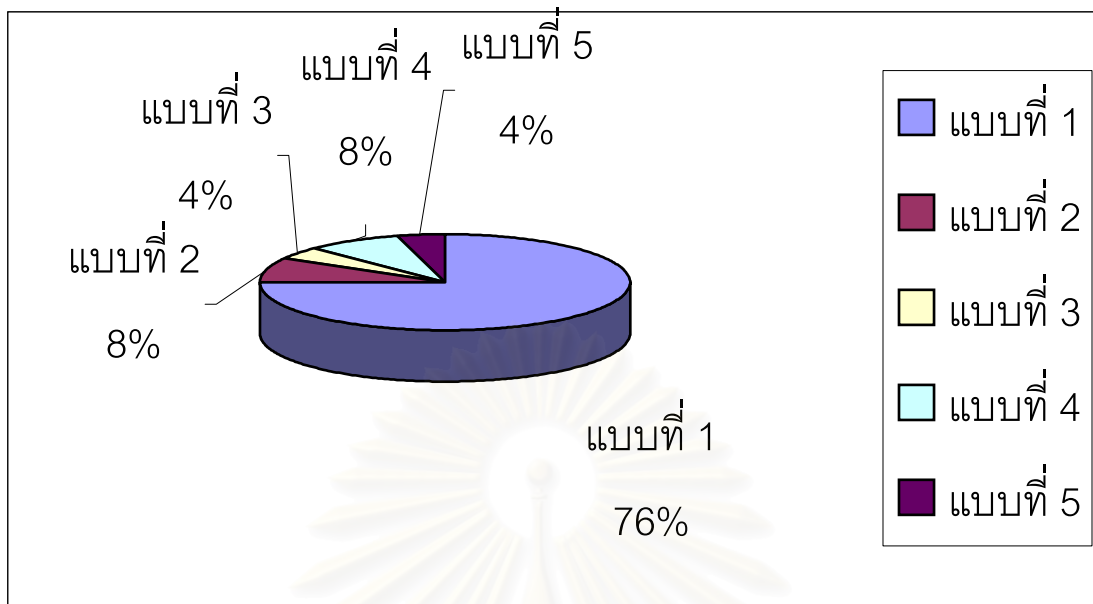
แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

แบบที่ 4 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม

แบบที่ 5 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

รูปที่ 60 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟั้นปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นในกลุ่ม

ควบคุม



แบบที่ 1 แบบแอดฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

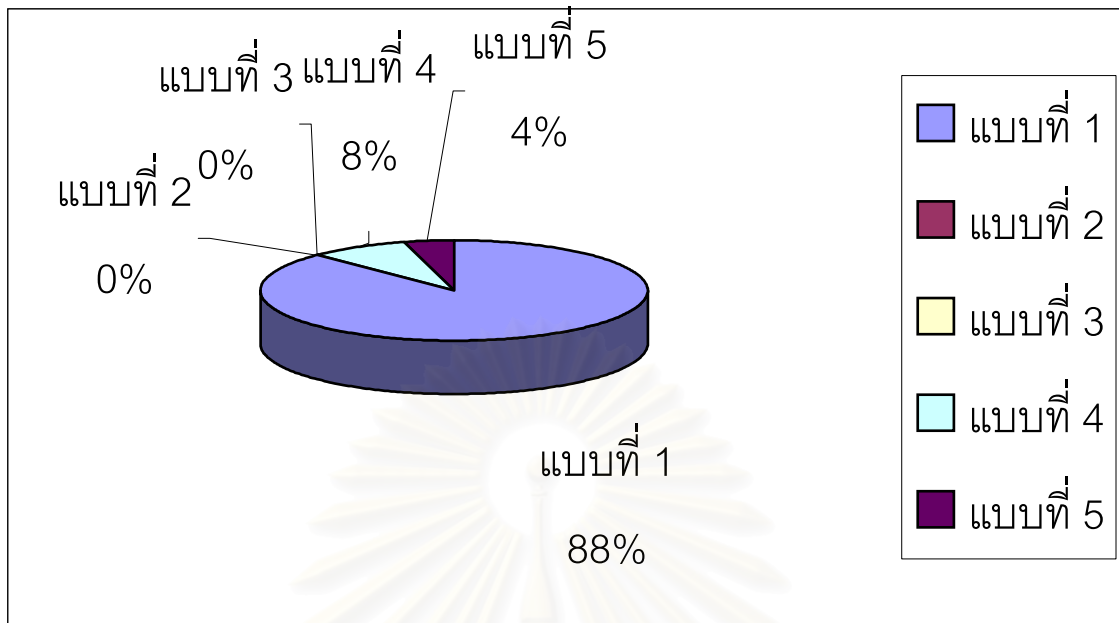
แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

แบบที่ 4 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 5 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

รูปที่ 61 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟั้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิต

ชนิดเส้นในกลุ่มควบคุม



แบบที่ 1 แบบแอดฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

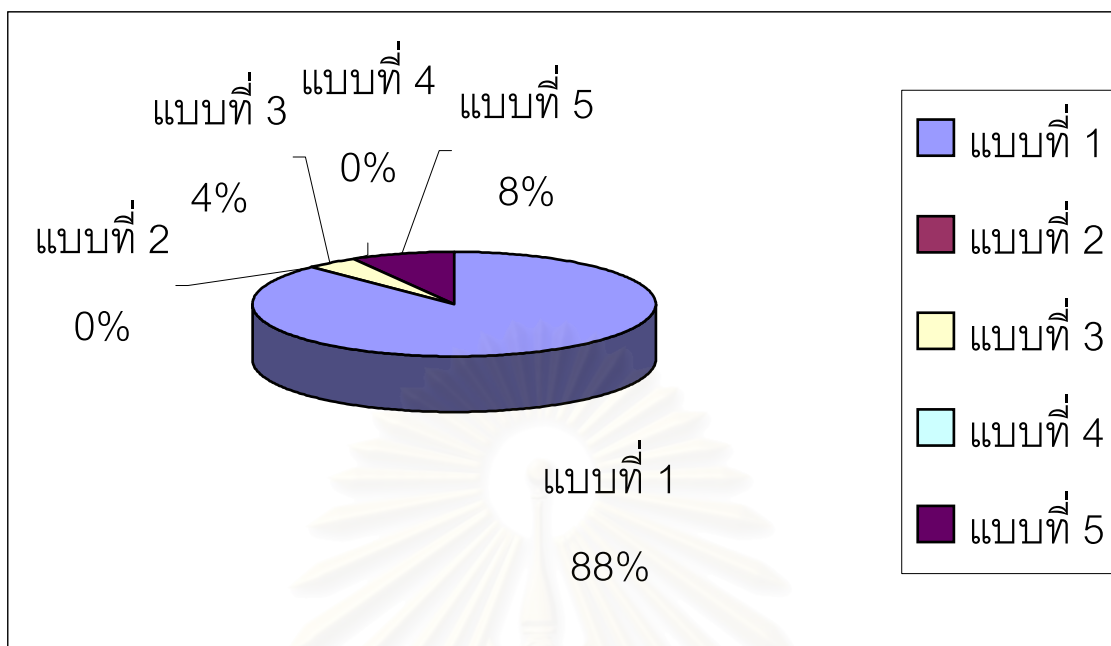
แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟนปลอม

แบบที่ 4 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟนปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 5 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟนปลอม

รูปที่ 62 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลต ชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซึลิกาในกลุ่มควบคุม



แบบที่ 1 แบบแอตฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

แบบที่ 4 แบบแอตฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอตฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม

แบบที่ 5 แบบแอตฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอตฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟั้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

รูปที่ 63 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟั้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอริสฟั้นธุ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตในกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 14 รูปแบบการแตกในกลุ่มทดลองของซีฟีนปลอมทุกชนิด

ชนิดของซีฟีนปลอม	รูปแบบการแตก				
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
ซีฟีนปลอมพอลิของเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	19	4	-	1	-
ซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น	21	2	1	-	-
ซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา	22	-	-	2	-
ซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพ่นของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต	20	-	1	1	2

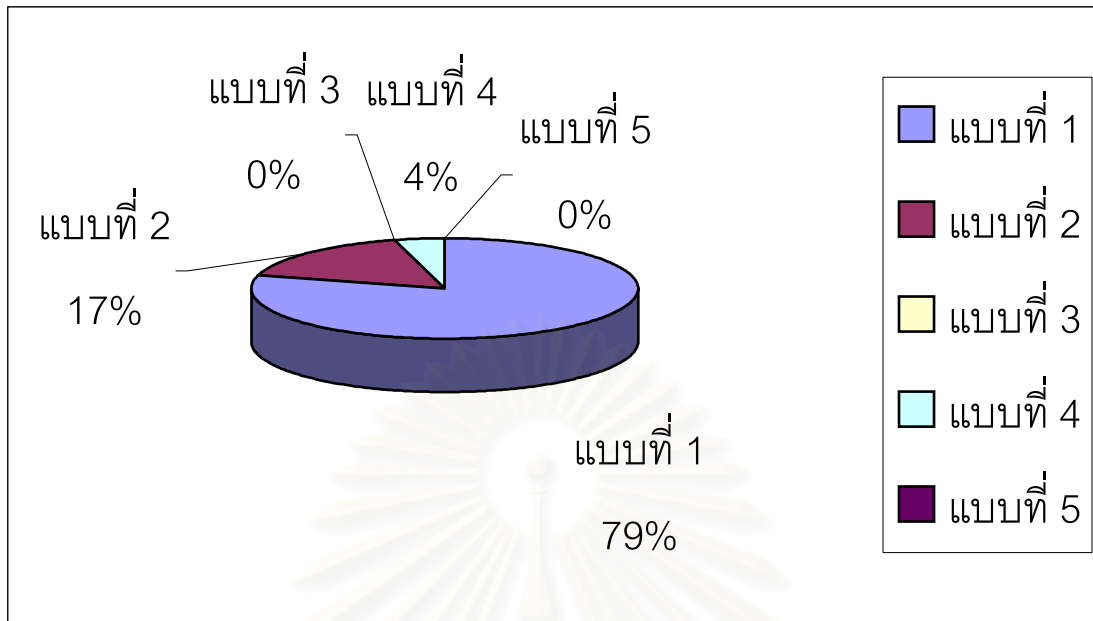
แบบที่ 1 แบบแอคฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟีนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟีนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมากจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมากจะติดกับซีฟีนปลอม

แบบที่ 4 แบบแอคฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟีนปลอม โดยแตกแบบแอคฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟีนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟีนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมากจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 5 แบบแอคฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยแตกแบบแอคฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟีนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมากจะติดกับซีฟีนปลอม



แบบที่ 1 แบบแอตฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

แบบที่ 4 แบบแอตฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอตฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 5 แบบแอตฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยแตกแบบแอตฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

รูปที่ 64 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟั้นปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นในกลุ่มทดลอง



แบบที่ 1 แบบแอดฮีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

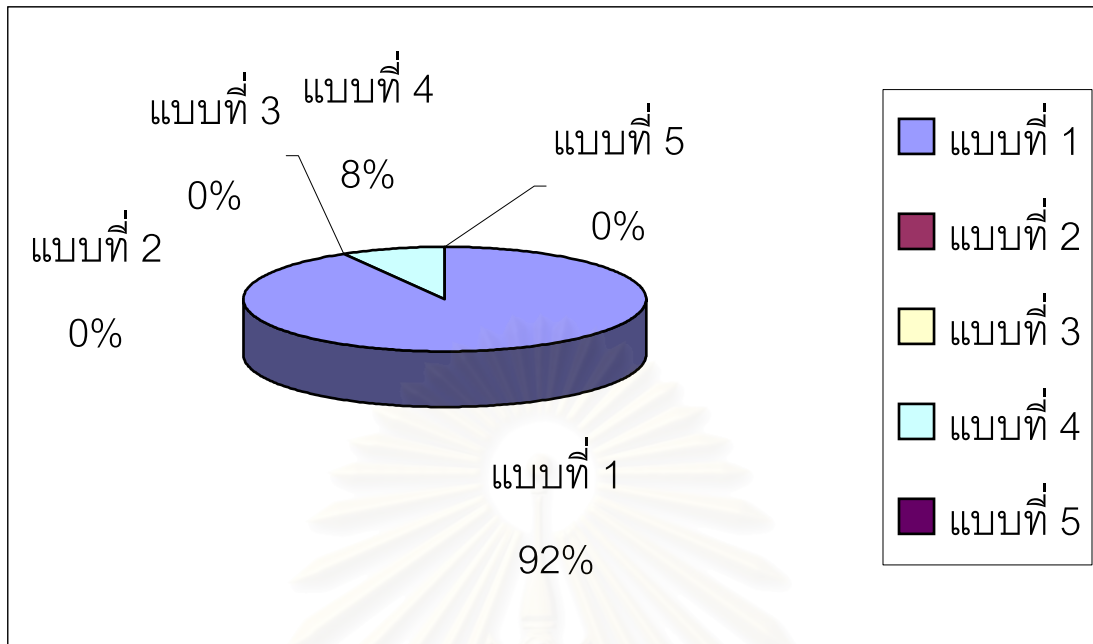
แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

แบบที่ 4 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟั้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 5 แบบแอดฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยแตกแบบแอดฮีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟั้นปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟั้นปลอม

รูปที่ 65 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟั้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิต ชนิดเส้นในกลุ่มทดลอง



แบบที่ 1 แบบแอตชีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 2 แบบโคอีซีฟในซีฟนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

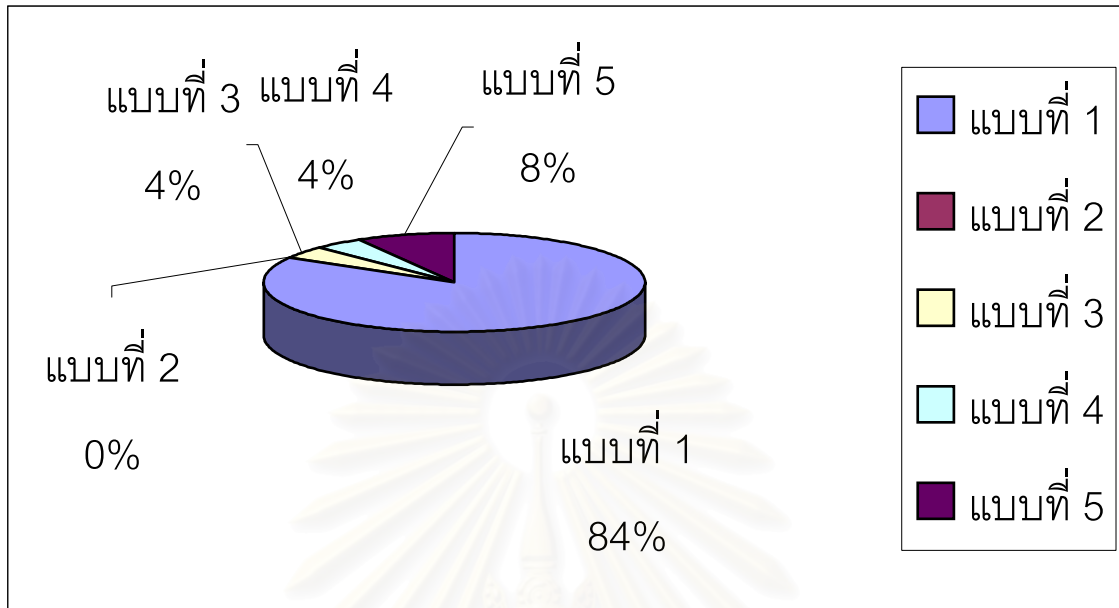
แบบที่ 3 แบบโคอีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟนปลอม

แบบที่ 4 แบบแอตชีฟร่วมกับโคอีซีฟในซีฟนปลอม โดยแตกแบบแอตชีฟระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคอีซีฟในซีฟนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานฟันปลอม

แบบที่ 5 แบบแอตชีฟร่วมกับโคอีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยแตกแบบแอตชีฟระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานฟันปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคอีซีฟในวัสดุทำฐานฟันปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟนปลอม

รูปที่ 66 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิต

ชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกาในกลุ่มทดลอง



แบบที่ 1 แบบแอตตีซีฟ เป็นการแตกระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 2 แบบโคฮีซีฟในซีฟนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 3 แบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟนปลอม

แบบที่ 4 แบบแอตตีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซีฟนปลอม โดยแตกแบบแอตตีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในซีฟนปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม

แบบที่ 5 แบบแอตตีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยแตกแบบแอตตีซีฟระหว่างรอยต่อของซีฟนปลอมกับวัสดุทำฐานพื้นปลอม และมีบางส่วนแตกแบบโคฮีซีฟในวัสดุทำฐานพื้นปลอม โดยส่วนที่แตกออกมาจะติดกับซีฟนปลอม

รูปที่ 67 แผนภูมิแสดงลักษณะการแตกของซีฟนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตในกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 15 ค่าทางสถิติทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกและชนิดของซีฟนปลอมทุกชนิดในกลุ่มควบคุม

	Monte Carlo Sig. (2-sided)				
	Value	df	Sig.	Lower bound	upper bound
Pearson Chi-Square	13.795	12	.354	.258	.450
Fisher's Exact Test	12.728		.208	.127	.290

ตารางที่ 16 ค่าทางสถิติทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกและชนิดของซีฟนปลอมทุกชนิดในกลุ่มทดลอง

	Monte Carlo Sig. (2-sided)				
	Value	df	Sig.	Lower bound	upper bound
Pearson Chi-Square	17.577	12	.094	.035	.152
Fisher's Exact Test	13.720		.104	.043	.165

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

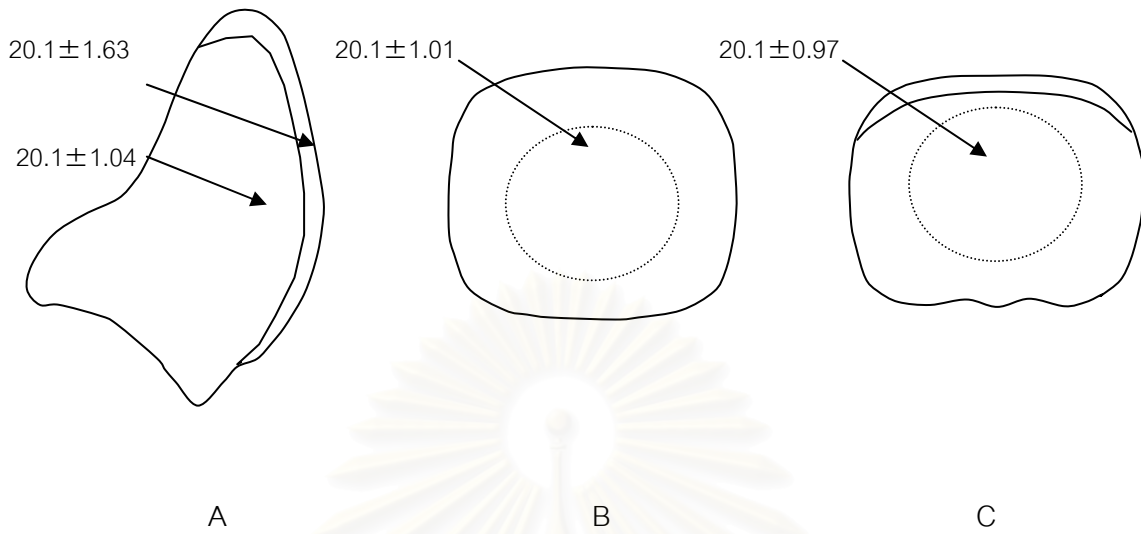
ตอนที่ 4 ผลการตรวจความแข็งผิวในแต่ละชั้นของซี่ฟันปลอม

ความแข็งผิวของซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นมีค่าความแข็งผิวแบบวิเกอร์เท่ากันทั้งซี่ คือ 20.1 (รูปที่ 68 A, B และ C) ส่วนซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น มีค่าความแข็งผิวแบบวิเกอร์เท่ากันในทุกชั้น คือ 21.1 (รูปที่ 69 A, B และ C)

ส่วนซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา ในแต่ละชั้นมีค่าความแข็งผิวแบบวิเกอร์แตกต่างกันคือ ชั้นล่างสุดบริเวณด้านประชิดสันเหงือกมีค่าเท่ากับ 19.7 ชั้นกลางมีค่าเท่ากับ 23.1 และชั้นบนซึ่งเป็นผิวนอกบริเวณด้านริมฝีปาก (labial) มีค่าเท่ากับ 31.1 (รูปที่ 70 A, B และ C)

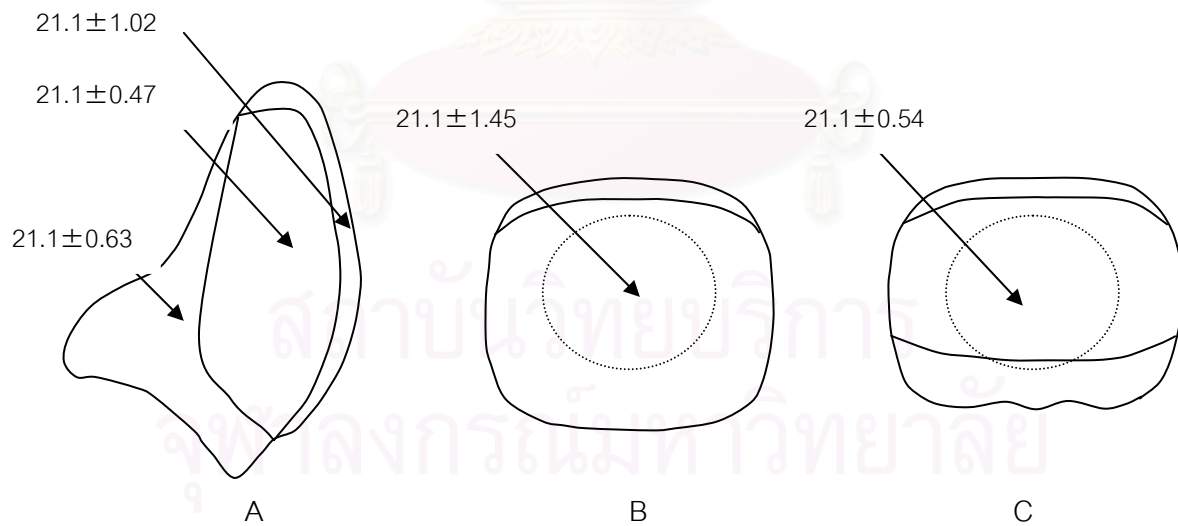
ส่วนซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธุ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต ในที่แต่ละชั้นมีค่าความแข็งผิวแบบวิเกอร์แตกต่างกันคือ ชั้นล่างสุดบริเวณที่เป็นด้านประชิดสันเหงือกมีค่าเท่ากับ 20.5 ชั้นกลางที่เป็นแกนพื้นมีค่าความแข็งผิวเท่ากับ 23.5 ส่วนชั้นบนซึ่งเป็นผิวนอกบริเวณด้านริมฝีปากและด้านลิ้น (lingual) มีค่าความแข็งผิวเท่ากับ 23.9 แต่ในการวัดความแข็งผิวที่บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานฟันปลอมของซี่ฟันปลอมในกลุ่มทดลองมีค่าความแข็งผิวเท่ากับ 22 (รูปที่ 71 A, B และ C)

เมื่อเปรียบเทียบความแข็งผิวของซี่ฟันปลอมแต่ละชนิดพบว่าซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกามีผิวนอกที่แข็งที่สุด ในขณะที่ความแข็งผิวของด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมทุกชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 72)



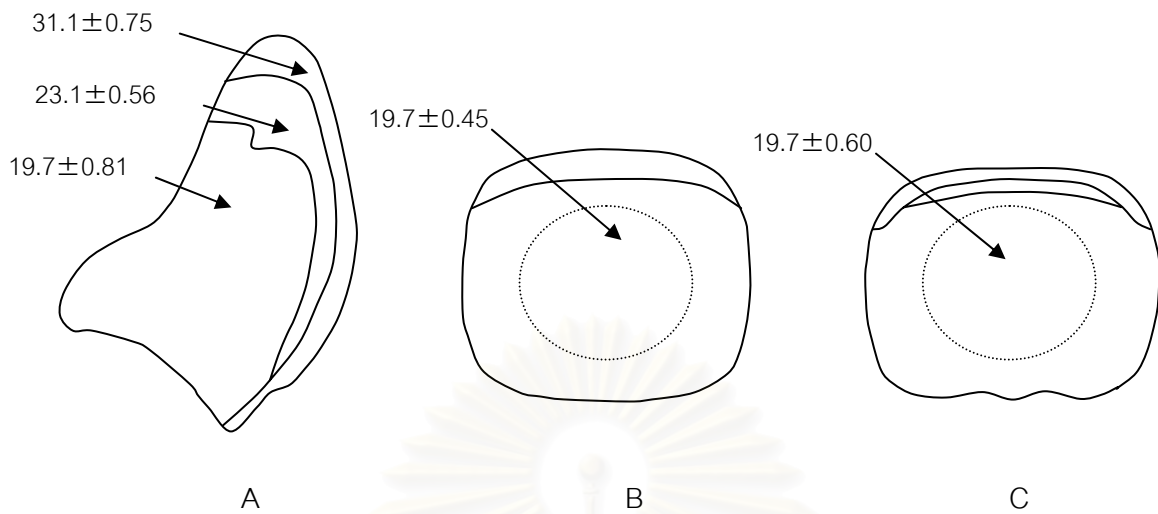
รูปที่ 68 ความแข็งผิวของซีฟีนปลอมพอลิเอทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

- A ตัดตามแนวแกนพื้น
- B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพื้นปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม
- C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพื้นปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง



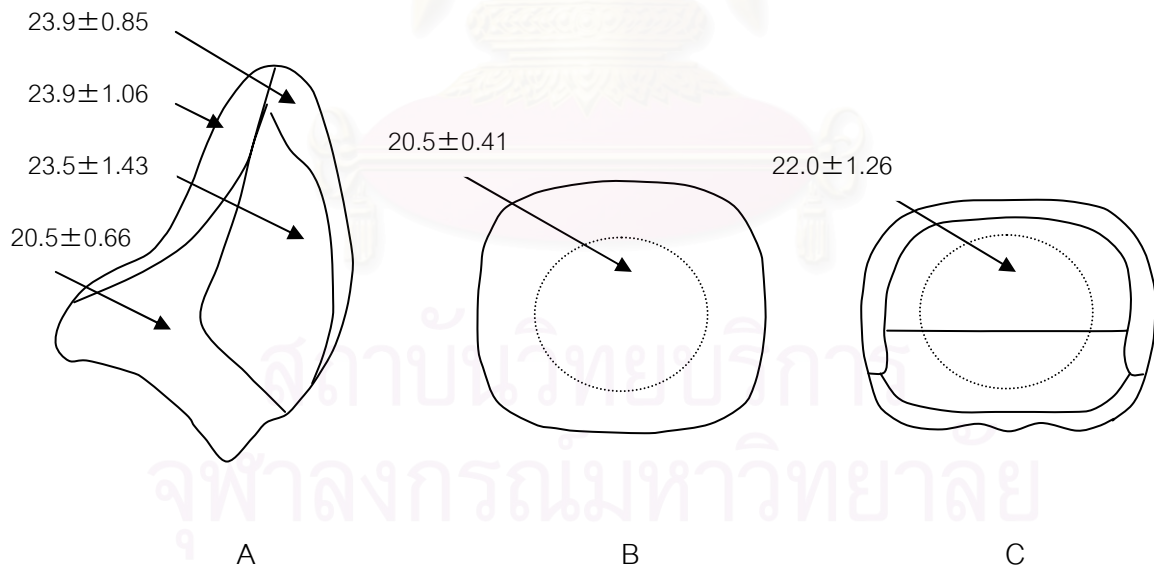
รูปที่ 69 ความแข็งผิวของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเอทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

- A ตัดตามแนวแกนพื้น
- B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพื้นปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม
- C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพื้นปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง



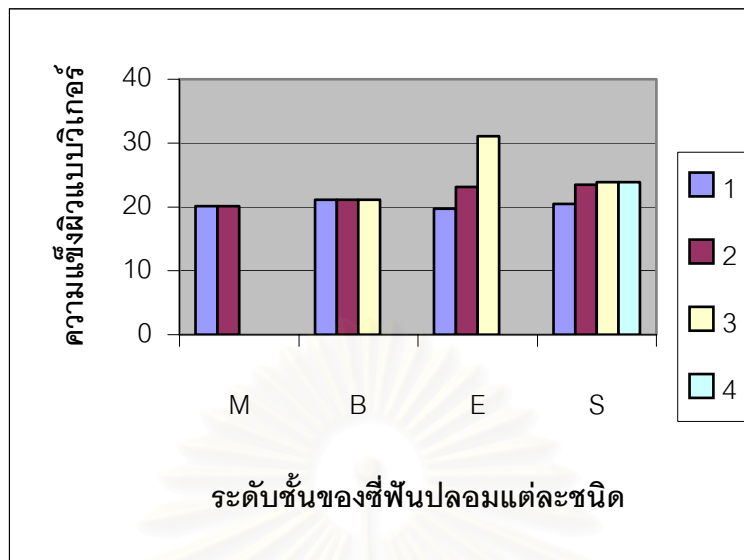
รูปที่ 70 ความแข็งแรงของซีฟีนปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเอทิลีนเททาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา

- A ตัดตามแนวแกนพืน
 B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพืนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม
 C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพืนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง



รูปที่ 71 ความแข็งแรงของซีฟีนปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเอทิลีนเททาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

- A ตัดตามแนวแกนพืน
 B บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพืนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มควบคุม
 C บริเวณพื้นที่รอยต่อกับวัสดุทำฐานพืนปลอมของซีฟีนปลอมในกลุ่มทดลอง



M - ซีฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

B - ซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น

E - ซีฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิติกา

S - ซีฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สหพันธ์ของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลต

1 - ชั้นประชิดสันเหงือกของซีฟันปลอม

2 - ชั้นเนื้อฟันของซีฟันปลอม

3 - ชั้นผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปากของซีฟันปลอม

4 - ชั้นผิวเคลือบฟันด้านหลังของซีฟันปลอม

หมายเหตุ ซีฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นมีเพียง 2 ชั้นคือ 1 - ชั้นประชิดสันเหงือกและเนื้อฟัน

2 - ชั้นผิวเคลือบฟัน

รูปที่ 72 แผนภูมิแสดงความแข็งแรงผิวในแต่ละระดับชั้นของซีฟันปลอมทุกชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

ซี่ฟันปลอมอะคริลิกเป็นซี่ฟันปลอมสำเร็จรูปที่ได้รับความนิยมมากกว่าซี่ฟันปลอมพอร์ซเลน และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาคุณสมบัติของซี่ฟันปลอมอะคริลิกให้มีความสวยงามและความทนทานต่อการขัดสีมากขึ้น โดยในด้านความสวยงามนั้นได้มีการผลิตซี่ฟันปลอมแบบอัดหลายชั้น เพื่อเลียนแบบลักษณะชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันของฟันธรรมชาติ ส่วนความทนทานต่อการขัดสีนั้น ในบริเวณของซี่ฟันปลอมซึ่งต้องการความแข็งแรง ทนทานต่อการขัดสี เช่นด้านบดเคี้ยวในฟันหลัง และปลายฟันหน้า ก็จะใช้พอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดที่มีการเติมสารเชื่อมขวางหรือสารอัดแทรกซิติกาเข้าไปในส่วนประกอบ (Whitman, *et al.*, 1987; Von Fraunhofer, Razavi and Khan, 1988) แต่บริเวณด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอม ถ้าใช้พอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเชื่อมขวางทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นกับฐานฟันปลอมอะคริลิกลดต่ำลง (Kawara *et al.*, 1991) เพราะมอนอเมอร์จากวัสดุทำฐานฟันปลอมจะไม่สามารถละลายพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเชื่อมขวางได้ แต่จะทำให้เกิดการบวมตัวเท่านั้น มอนอเมอร์จึงซึมผ่านเข้าไปในผิวของซี่ฟันปลอมยากขึ้น (Vallittu and Ruyter, 1997) ดังนั้นด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอม จึงต้องใช้พอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นเป็นส่วนประกอบ เพื่อให้มีความแข็งแรงของการยึดแน่นดีขึ้น (Craig, 1997) แต่ในการประดิษฐ์ฟันปลอมให้ผู้ป่วยที่มีระยะระหว่างสันเหงือกแคบนั้น ต้องมีการถอดด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมออก เพื่อให้สามารถเรียงฟันได้นั้น ก็อาจมีผลต่อความทนแรงดิ่งกับฐานฟันปลอม (Suzuki, Sakoh and Shiba, 1990) ซึ่งจากผลการทดลองในซี่ฟันปลอมทั้ง 4 ชนิดนั้น ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นเมื่อเปรียบเทียบกับความทนแรงดิ่งระหว่างซี่ฟันปลอมที่ถอดด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร และซี่ฟันปลอมที่ถอดด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร ยึดกับฐานฟันปลอมอะคริลิก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นประกอบด้วยพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นทั้งซี่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบความแข็งแรงของซี่ฟันปลอมชนิดนี้ที่มีค่าความแข็งแรงแบบวิกเกอร์เท่ากับ 20.1 เท่ากันทั้งซี่ ดังนั้นเมื่อถอดด้านประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอมออกไป พื้นผิวในบริเวณนั้นก็ยังคงเป็นพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้น ทำให้ความทนแรงดิ่งเฉลี่ยในซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นที่ถอดด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตรและถอดพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตรมีค่าไม่แตกต่างกัน

ในส่วนของซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริลิตชนิดเส้นพบว่าการถอดด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร ไม่ทำให้ค่าความทนแรงดิ่งกับฐานฟันปลอมเปลี่ยนแปลงไป

เมื่อเทียบกับชีฟิ้นปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออกเพียง 1 มิลลิเมตร เพราะถึงแม้ว่าชีฟิ้นปลอมชนิดนี้จะผลิตในลักษณะหลายชั้น (3 ชั้น) แต่จากการที่ในแต่ละชั้นผลิตจากวัสดุชนิดเดียวกันคือ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบความแข็งแรงของชีฟิ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ที่พบว่าความแข็งแรงแบบวิเกอร์ในแต่ละชั้นของชีฟิ้นปลอมชนิดนี้ มีค่าเท่ากันคือ เท่ากับ 21.1 ในทุกชั้น ดังนั้นเมื่อกรอดฟันผิวด้านประชิดสันเหงือกของชีฟิ้นปลอมออกไป 4 มิลลิเมตรจนถึงชั้นกลางของชีฟิ้นปลอม พื้นผิวบริเวณนั้นก็ยังคงเป็นพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ทำให้ค่าความทนแรงดึงเฉลี่ยของชีฟิ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตรและกรอด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ส่วนของชีฟิ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกา ผลการทดสอบความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมไม่แตกต่างกัน ระหว่างชีฟิ้นปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตรและกรอด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตรที่เป็นเช่นนี้เพราะ ถึงแม้ว่าจะมีการกรอด้านประชิดสันเหงือกที่ประกอบด้วยพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นออก 4 มิลลิเมตรแล้วก็ตาม แต่ชีฟิ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกานี้ มีชั้นความหนาของด้านประชิดสันเหงือกที่หนามาก เกือบเต็มชีฟิ้น ดังนั้น เมื่อมีการกรอดัดด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร พื้นผิวบริเวณนั้นก็ยังคงเป็นวัสดุชนิดเดียวกันกับพื้นผิวของชีฟิ้นปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถยืนยันได้จากผลการตรวจความแข็งแรงบริเวณพื้นผิวของชีฟิ้นปลอมที่สัมผัสกับวัสดุทำฐานฟันปลอมทั้งในชีฟิ้นที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตรและกรอดอก 4 มิลลิเมตร ก็มีความแข็งแรงแบบวิเกอร์เท่ากัน คือ เท่ากับ 19.7 ดังนั้นค่าความทนแรงดึงเฉลี่ยของชีฟิ้นปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางและวัสดุอัดแทรกซิลิกาที่กรอดฟันผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร และกรอดฟันผิวด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร จึงมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สำหรับชีฟิ้นปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมอร์สพ่นของเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตพบว่า ชีฟิ้นปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร (กลุ่มทดลอง) ไม่ทำให้ค่าความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิกแตกต่างกับชีฟิ้นปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตร (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้คาดว่าเกิดจากการที่ชีฟิ้นปลอมชนิดนี้ ถึงแม้จะกรอด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร จนถึงชั้นเนื้อฟันแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากการกรอดตามแนวขวางทำให้ยังคงเหลือวัสดุในส่วนที่เป็นด้านประชิดสันเหงือกอยู่ที่บริเวณด้านล่างของชีฟิ้นปลอม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบความแข็งแรงแบบวิเกอร์ของชีฟิ้นปลอมชนิดนี้ในกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 20.5 แต่เมื่อตรวจสอบความแข็งแรงในแต่ละชั้นของชีฟิ้นปลอมพบว่า ชั้น

ประชิดสันเหงือกมีความแข็งแรง 20.5 ในขณะที่ชั้นเนื้อฟันมีความแข็งแรง 23.5 ดังนั้นความแข็งแรงบริเวณที่วัสดุทำฐานฟันปลอมยึดอยู่ของซี่ฟันปลอมในกลุ่มทดลอง จึงน่าจะเป็นค่าความแข็งแรงของชั้นประชิดสันเหงือกและชั้นเนื้อฟันร่วมกัน เมื่อนำวัสดุทำฐานฟันปลอมมายึดกับซี่ฟันปลอมในกลุ่มทดลองวัสดุทำฐานฟันปลอมจึงยึดอยู่บนชั้นประชิดสันเหงือกบางส่วน (บริเวณที่ค่อนข้างไปทางด้านลิ้น) และชั้นเนื้อฟัน ในขณะที่ซี่ฟันปลอมในกลุ่มควบคุม วัสดุทำฐานฟันปลอมยึดอยู่บนชั้นประชิดสันเหงือกของซี่ฟันปลอม ทำให้ผลการทดสอบความทนแรงดึงกับฐานฟันปลอมไม่แตกต่างกับซี่ฟันปลอมในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในส่วนของ การเปรียบเทียบความทนแรงดึงของซี่ฟันปลอมต่างชนิดกันที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง) แสดงให้เห็นว่าทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น มีค่าความทนแรงดึงต่ำกว่าซี่ฟันปลอมชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากซี่ฟันปลอมชนิดนี้มีการแตกภายในซี่ฟันปลอม โดยแตกแบบโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอม (แบบที่ 2) และแตกแบบแอคฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอม (แบบที่ 4) เป็นจำนวนมาก ทำให้ค่าความทนแรงดึงของซี่ฟันปลอมเหล่านี้มีค่าต่ำ ในซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นในกลุ่มควบคุม มีค่าความทนแรงดึงต่ำกว่าซี่ฟันปลอมแบบอัด 4 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตกับไดเมทาคริเลตในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะซี่ฟันปลอมชนิดนี้มีการแตกภายในซี่ฟันปลอม เช่นเดียวกับซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น คือ แตกแบบโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอมจำนวน 2 ชั้น และแตกแบบแอคฮีซีฟร่วมกับโคฮีซีฟในซี่ฟันปลอมจำนวน 2 ชั้น ทำให้ความทนแรงดึงของซี่ฟันปลอมชนิดนี้มีค่าต่ำ ซึ่งการแตกหักภายในซี่ฟันปลอมของทั้งซี่ฟันปลอมพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นและซี่ฟันปลอมแบบอัด 3 ชั้นของพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้นนี้ มีผลต่อการทดสอบแรงดึงกับฐานฟันปลอมอะคริลิก คือ ทำให้ความทนแรงดึงมีค่าต่ำลงได้ (Kawara, et al., 1991)

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้กล่าวมา สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้ซี่ฟันปลอมสำหรับการประดิษฐ์ฟันปลอมให้ผู้ป่วย ในกรณีที่มีช่องว่างระหว่างสันเหงือกมาก สามารถเรียงฟันได้โดยไม่ต้องกรอส่วนประชิดสันเหงือกและซี่ฟันปลอมออก ทำให้ความทนแรงดึงระหว่างฐานฟันปลอมอะคริลิกกับซี่ฟันปลอมแต่ละชนิดมีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในซี่ฟันปลอมบางชนิดที่มีความแข็งแรงภายในซี่ฟันปลอมมีค่าต่ำ จะมีผลทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นกับฐานฟันปลอมอะคริลิกลดลง เพราะว่ามี การแตกหักในซี่ฟันปลอมก่อนที่จะเกิดการหลุดที่บริเวณรอยต่อของซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมอะคริลิก (Polyzois and Dahl, 1993) ในกรณีที่ผู้ป่วยมีระยะระหว่างสันเหงือกที่แคบและทันตแพทย์เลือกใช้ซี่ฟันปลอมแบบอัดหลายชั้นโดยที่แต่ละชั้นมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีการกรอตัดซี่ฟันปลอมเพื่อหลีกเลี่ยงการเรียงฟันได้นั้น การกรอควรกรอในแนวขนานกับแนวแกนของซี่ฟันปลอมเพื่อหลีกเลี่ยงการกรอซี่ฟันปลอมจนทะลุถึงชั้นเนื้อ

พื้น ซึ่งพื้นที่ผิวของชั้นเนื้อพื้นนี้อาจทำให้ความแข็งแรงของการยึดแน่นระหว่างซีฟี่ฟลอมกับฐานพื้นพลอมลดลงได้ หรือทันตแพทย์อาจเลือกใช้พื้นโลหะที่เชื่อมเป็นส่วนเดียวกันกับโครงโลหะของพื้นพลอมชนิดถอดได้ โครงโลหะแทนที่ซีฟี่ฟลอมอะคริลิก ก็เป็นการลดการหลุดของซีฟี่ฟลอมออกจากฐานพื้นพลอมวิธีหนึ่ง หรือการใช้สารเคมีบางชนิด เช่น 4-META เพื่อช่วยเพิ่มการแทรกซึมของมอนอเมอร์จากฐานพื้นพลอมอะคริลิกให้เข้าไปในผิวของซีฟี่ฟลอมได้ดีขึ้น ซึ่งจะทำให้มีความแข็งแรงของการยึดแน่นที่มากขึ้น (Suzuki, Sakoh, Shiba, 1990)

ในการทดลองนี้ ได้เลือกใช้ซีฟี่ฟลอม 4 ลักษณะ ที่มีใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีซีฟี่ฟลอมลักษณะอื่นอีกหลายลักษณะ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในซีฟี่ฟลอมลักษณะอื่นต่อไป

อนึ่ง การทดลองนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ได้พยายามใช้ความระมัดระวังในการควบคุมปัจจัยอื่นที่จะมีผลต่อความทนแรงดึงของซีฟี่ฟลอมกับฐานพื้นพลอมอะคริลิก เช่น พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างซีฟี่ฟลอมกับฐานพื้นพลอมอะคริลิกที่เท่ากันในพื้นทุกซี การทำให้พื้นผิวสัมผัสของซีฟี่ฟลอมทุกซีมีความขรุขระเท่ากัน การไม่ใช้แม่แบบซีฟี่ฟลอมในการทำแบบหล่อและการใช้สารคั่นกลางโดยที่ไม่สัมผัสกับซีฟี่ฟลอมในขั้นตอนการบ่มอะคริลิก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพความเป็นจริงในการประดิษฐ์พื้นพลอม พบว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงระหว่างซีฟี่ฟลอมกับฐานพื้นพลอมอะคริลิกได้ ไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวสัมผัสของซีฟี่ฟลอมแต่ละซีที่ไม่เท่ากัน เช่น พื้นตัดด้านข้าง ที่มีพื้นผิวสัมผัสกับฐานพื้นพลอมน้อยจึงมีความทนแรงดึงกับฐานพื้นพลอมอะคริลิกน้อย (Polyzois and Dahl, 1993) พื้นบางซีต้องกรอบบางส่วนออกจึงเรียงพื้นได้ ในขณะที่บางซีไม่ต้องกรอบ ทำให้ความขรุขระของพื้นผิวสัมผัสของซีฟี่ฟลอมแต่ละซีที่ไม่เท่ากัน รวมทั้งการใช้แม่แบบและสารคั่นกลางในการประดิษฐ์พื้นพลอม แต่การทดลองนี้ก็สามารใช้เป็นแนวในการเลือกซีฟี่ฟลอมในกรณีที่ต้องมีการกรอบพื้นผิวด้านประชิดสันเหงือกของซีฟี่ฟลอมออกไป เพื่อให้ได้ซีฟี่ฟลอมที่มีการยึดแน่นกับฐานพื้นพลอมอะคริลิกที่มากพอ โดยไม่เกิดการหลุดของซีฟี่ฟลอม

บทที่ 6

บทสรุป

การทดลองทั้งหมดนี้เป็นการศึกษาความทนแรงดึงระหว่างฐานพื้นปลอมอะคริลิกกับซีฟันปลอมต่างชนิดกัน 4 ชนิด โดยที่การเปรียบเทียบกันนี้ในระหว่างซีฟันปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 1 มิลลิเมตรและซีฟันปลอมที่กรอด้านประชิดสันเหงือกออก 4 มิลลิเมตร จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ซีฟันปลอมชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น ไม่ว่าจะกรอด้านประชิดสันเหงือกออกหรือไม่ก็ตาม เมื่อนำมายึดกับฐานพื้นปลอมอะคริลิก มีความทนแรงดึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ซีฟันปลอมแบบอัดหลายชั้น เมื่อกรอด้านประชิดสันเหงือกออก มีการยึดแน่นกับฐานพื้นปลอมไม่ต่างจากซีฟันปลอมที่ไม่ได้กรอด้านประชิดสันเหงือกออก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เจน รัตน์ไพศาล, 2533 ทันตวัสดุศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช

ส่วนมาตรฐานพิกัดอัตราศุลกากร, 2544 กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง

ภาษาอังกฤษ

- Al Doori, D., Huggett R., Bates, J. F., and Brooks, S. C. 1988. A comparison of denture base acrylic resins polymerized by microwave irradiation and by conventional water bath curing systems. Dent Mater 4: 25-32
- Anderson, J. N. 1958. The strength of the joint between plain and copolymer acrylic teeth and denture base resins. Br Dent J 6: 317-320
- Cardash, H. S., Applebaum, B., Baharav, H., and Liberman, R. 1990. Effect of retention grooves on tooth-denture base bond. J Prosthet Dent 64: 492-496
- Cardash, H. S., Liberman, R., and Helft, M. 1986. The effect of retention grooves in acrylic resin teeth on tooth denture-base bond. J Prosthet Dent 55: 526-528
- Caswell, C. W., and Norling, B. K. 1986. Comparative study of the bond strengths of three abrasion-resistant plastic denture teeth bonded to a cross-linked denture base material. J Prosthet Dent 55: 701-708
- Catterlin, R. K., Plummer, K. D., and Gulley, M. E. 1993. Effect of tinfoil substitute contamination on adhesive of resin denture tooth to its denture base. J Prosthet Dent 69: 57-59
- Chung, W. R. C., Clark, R. K. F., and Darrell, B. W. 1995. The bonding of cold-cured acrylic resin to acrylic denture teeth. Aus Dent J 40: 241-245
- Civjan, S., Huget, E. F., and de Simon, L. B. 1972. Modifications of the fluid resin technique. J Am Dent Assoc 85: 109-112
- Clancy, J. M., and Boyer, D. B. 1989. Comparative bond strengths of light-cured, heat-cured, and autopolymerizing denture resins to denture teeth. J Prosthet Dent 61: 457-462
- Craig, R. G. 1997. Restorative dental materials, 10th ed. St. Louis: Mosby-Year Book.
- Cunningham, J. L. 1993. Bond strength of denture teeth to acrylic bases. J Dent 21: 274-280

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- Cunningham, J. L., and Benington, I. C. 1996. A new technique for determining the denture tooth bond. J Oral Rehabil 23: 202-209
- Darbar, U. R., Huggett, R., and Harrison, A. 1994. Denture fracture-a survey. Br Dent J 176: 342-345
- Darbar, U. R., Huggett, R., Harrison, A., and Williams, K. 1993. The tooth-denture base bond: Stress analysis using the finite element method. Eur J Prosthodont Res Dent 1: 117-120
- De Clerck, J. P. 1987. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prosthetics. J Prosthet Dent. 57: 650-658
- Fletcher, A. M., Al-Mulla, M. A. S., Amin, W. M., Dodd, A. W., and Ritchie, G. M. 1985. A method of improving the bonding between artificial teeth and PMMA. J Dent 13:102-108
- Geerts, G. A. V. M., and Jooste, C. H. 1993. A comparison of the bond strengths of microwave-and water bath-cured denture material. J Prosthet Dent. 70: 406-409
- Gunne, J., Rangert, B. R., Glantz, P. O., and Sverson, A. 1997. Functional load on free-standing and connected implants in three-unit mandibular prosthesis opposing complete dentures: an in vivo study. Int. J Oral Maxillofac Implants 12: 335-341
- Harrison, A., Huggett, R., and Murphy W. M. 1990. Complete denture construction in general dental practice. Br Dent J 169: 159-163
- Hickey, J. C., and Zarb, G. A., 1980. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 8th ed. St. Louis: C. V. Mosby
- Huggett, R., John, G., Jagger, R. G., and Bates, J. F. 1982. Strength of the acrylic denture base tooth bond. Br Dent J 153: 187-190
- Kawara, M., Carter, J. M., Ogle, R. E., and Johnson, R. R. 1991. Bonding of plastic teeth to denture base resins. J Prosthet Dent 66: 566-571
- Morrow, R. M., Matvias, F. M., Windeler, A. S., and Fuchs, R. J. 1978. Bonding of plastic teeth to two heat-curing denture base resins. J Prosthet Dent 39: 565-568

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- Phillips, R. W. 1991. Skinner's science of dental materials 9th ed. Philadelphia: W. B. Saunders. pp. 209-210
- Phoenix, R. D. 1996. Denture base resins. In Anusavice, K. J. (ed.), Phillips' Science of dental materials 10th ed. Philadelphia W. B. Saunders. pp. 237-271
- Polyzois, G. L., and Dahl, J. E. 1993. Bonding of synthetic resin teeth to microwave or heat activated denture base resin. Eur J Prosthodont Res Dent 2: 41-44
- Rangert, B. R., Sullivan, R. M., and Jemt, T. M. 1997. Load factors control for implants in the posterior partially edentulous segment. Int J Oral Maxillofac Implants 12:360-370
- Rosario, H. Y., Athena, B. A., Francisco, M. H., and Jesus, T. 1981. Dimensional characteristics of the Filipino dentition. Am. J. Phys. Anthropol. 55: 33-42
- Schoonover, I. C., Fischer, T. E., Serio, A. F., and Sweeney, W. T. 1952. Bonding of plastic teeth to heat-cured denture base resins. J Am Dent Assoc 44: 285-287
- Smith, D. C. 1961. The acrylic denture. Br Dent J 110: 257
- Soderholm, K. J., 1996. Chemistry of synthetic resins. In Anusavice, K. J. (ed.), Phillip's science of dental materials. 10th ed. Philadelphia: W. B. Saunders. pp. 211-236
- Sorensen, S. E., and Fjeldstad, E. 1961. Bonding of plastic to acrylic resin denture base materials. J Dent Res 40: 776
- Spratley, M. H. 1987. An investigation of the adhesion of acrylic resin teeth to denture. J Prosthet Dent 58: 389-392
- Suzuki, S., Sakoh, M., and Shiba, A. 1990. Adhesive of denture base resins to plastic denture teeth. J Biomed Mat Res 24: 1091-1103
- Sweeney, W. T., Yost, E. L., and Fee, J. G. 1958. Physical properties of plastic teeth. J Am Dent Assoc 56: 833-841
- Vallittu, P. K. 1995. Bonding of resin teeth to the polymethyl methacrylate denture base material. Acta Odontol Scand 53: 99-104
- Vallittu, P. K., Lassila, V. P., and Lappalainen, R. 1993. Evaluation of damage to removable dentures in two cities in Finland. Acta Odontol Scand 51: 363-369

รายการอ้างอิง (ต่อ)

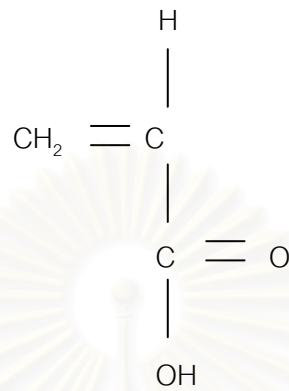
- Vallittu, P. K., and Ruyter, J. E. 1997. The swelling phenomenon of acrylic resin polymer teeth at the interface with denture base polymer. J Prosthet Dent 78: 194-199
- Von Fraunhofer, J. A., Razavi, R., and Khan, Z. 1988. Wear characteristics of high-strength denture teeth. J Prosthet Dent 59: 173-175
- Whitman, D. J., McKinney, J. E., Hinman, R. W., Hesby, R. A., and Pelleu, G. B. 1987. In vitro wear rates of three types of commercial denture tooth materials. J Prosthet Dent 57: 243-246



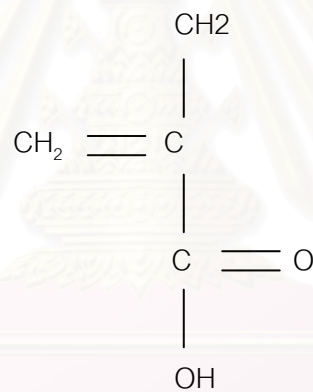
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

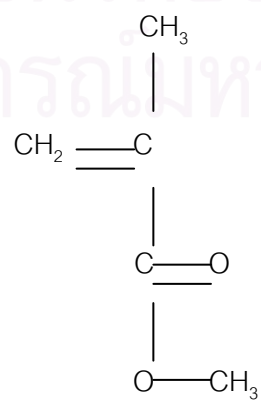
แสดงสูตรโครงสร้างของกรดอะคริลิก



แสดงสูตรโครงสร้างของกรดเมทาคริลิก

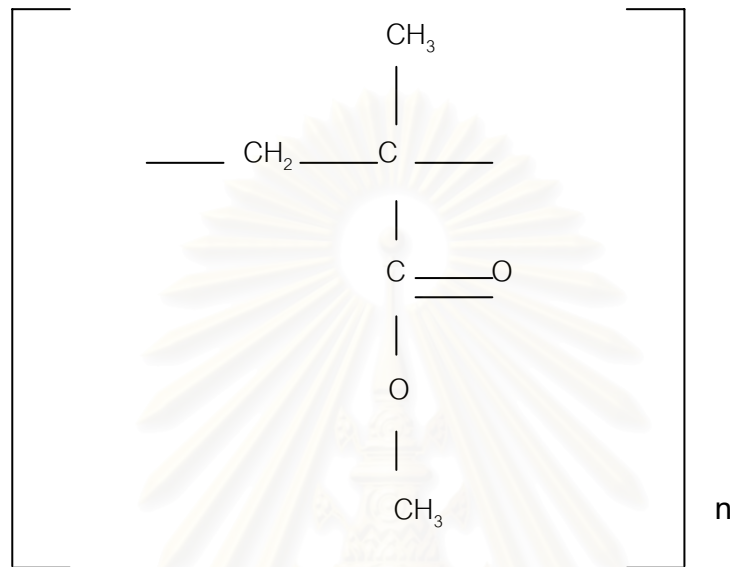


แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของเมทิลเมทาคริเลต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสดงสูตรโครงสร้างของพอลิเมทิลเมทาคริเลต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ทันตแพทย์ปัญญา ทรวงบุญธกุลเกิดที่กรุงเทพมหานคร ปีพุทธศักราช 2511 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปลายจาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จากนั้นเข้าศึกษาในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2530-2536 เมื่อสำเร็จการศึกษาจากคณะทันตแพทยศาสตร์ ได้เข้ารับราชการในตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายทันตสาธารณสุขที่โรงพยาบาลเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างปีพุทธศักราช 2536-2539 หลังจากนั้นได้โอนย้ายมาที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในตำแหน่งอาจารย์ ประจำภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ และได้เข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย